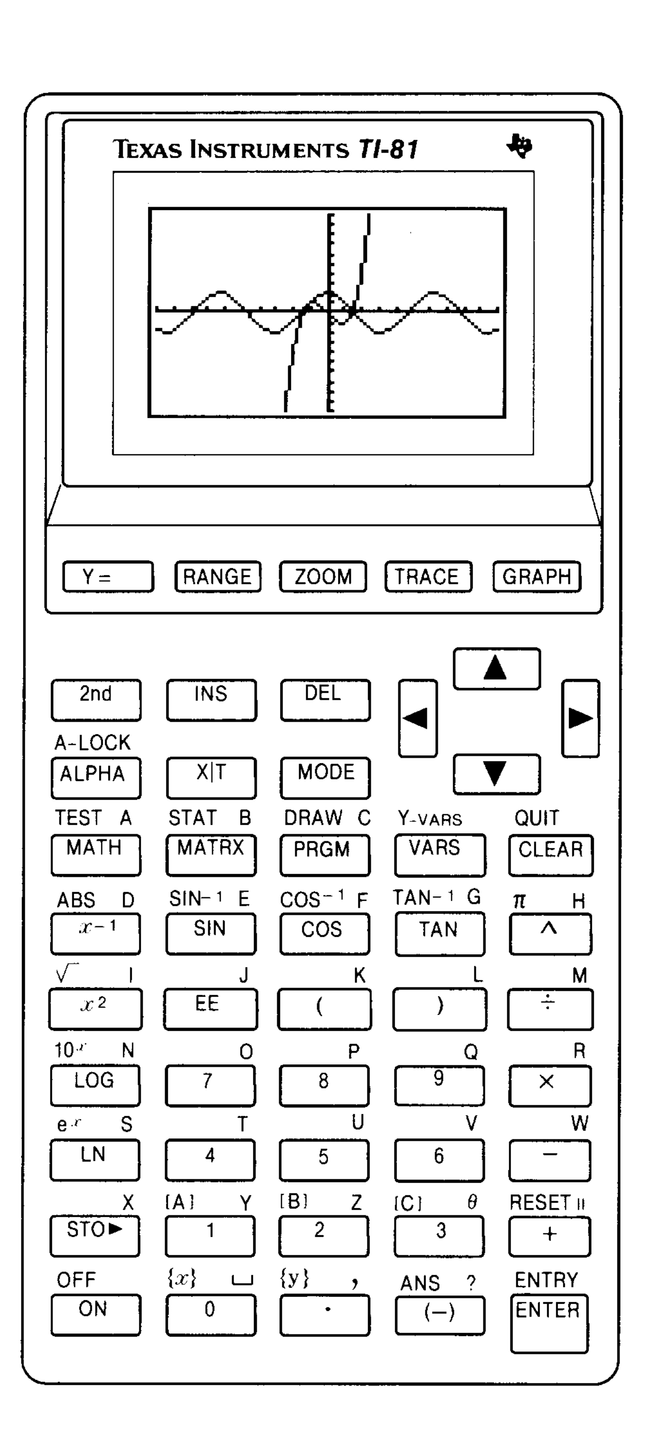
Texas Instruments

TI-81

Handbuch


TEXAS INSTRUMENTS TI-81
Y=
RANGE
ZOOM
TRACE
GRAPH
2nd
INS
DEL
A-LOCK
ALPHA
X|T
MODE
TEST A
MATH
STAT B
MATRX
DRAW C
PRGM
Y-VARS
VARS
QUIT
CLEAR
ABS D
SIN-1 E
SIN
COS-1 F
COS
TAN-1 G
TAN
π H
^
I
EE
J
(
K
)
L
÷
M
10x N
LOG
7
O
8
P
9
Q
×
R
ex S
LN
4
T
5
U
6
V
−
W
X
STO▶
[A] Y
1
[B] Z
2
[C] θ
3
RESET
+
OFF
ON
{x}
0
{y} ,
.
ANS ?
(−)
ENTRY
ENTER

TEXAS INSTRUMENTS

TI-81

GEBRAUCHSANWEISUNG

Inhaltsverzeichnis

Dieses Handbuch zeigt, wie der graphische Rechner TI-81 zu benutzen ist. Im ersten Kapitel finden Sie allgemeine Hinweise zum Betrieb des Rechners. Die Kapitel 2 - 8 beschreiben die verschiedenen Funktionen.

Kapitel 2: Mathematische Operationen und Funktionen

Kapitel 3: Graphische Darstellung von Funktionen

Kapitel 4: Graphische Darstellung von parametrischen Funktionen

Kapitel 5: Das DRAW-Menü

Kapitel 6: Matrizen

Kapitel 7: Statistikberechnungen

Kapitel 8: Programmieren

Kapitel 9: Anwendungsbeispiele

Anhang A: Befehle

Anhang B: Referenzinformation

Über die richtige Benutzung des Handbuches

Der Aufbau dieses Handbuches und das Seitenlayout sollen Ihnen helfen, die gewünschte Information schnell zu finden. Die einheitliche Seitengliederung erleichtert die Benutzung.

Aufbau des Handbuches

In den einzelnen Kapiteln erfahren Sie, wie der Rechner richtig zu benutzen ist.

- Im Einführungskapitel werden Ihnen die wichtigsten Funktionen des TI-81 vorgestellt.
- Im ersten Kapitel wird ein allgemeiner Überblick über den Betrieb des Rechners als Basisinformation für Kapitel 2 - 8 gegeben.
- In Kapitel -8 werden die verschiedenen Funktionsbereiche des TI-81 beschrieben und durch kurze Beispiele erläutert.
- Kapitel 9 enthält Anwendungsbeispiele aus den Funktionsbereichen des Rechners. Diese praktischen Beispiele zeigen Ihnen den Ablauf der Befehle, Funktionen und Anweisungen innerhalb der gewählten Operationen.

Seitenlayout

Wo es möglich war, gibt dieses Handbuch die Information über eine Funktion auf einer Seite oder zwei gegenüberliegenden Seiten. Mehrere visuelle Elemente in der Seitengliederung erleichtern Ihnen die Suche.

- Titel: Der Titel oben auf der Seite oder den zwei gegenüberliegenden Seiten gibt das Thema an.
- Kurzinformation: Unter jedem Titel findet sich dickgedruckt eine Zusammenfassung des behandelten Themas.
- Untertitel: Die schräggedruckten Untertitel kennzeichnen das in diesem Abschnitt behandelte Thema.

- Detailinformation: Zu jedem Untertitel werden Detailinformationen gegeben. Sie können auf verschiedene Weise abgefaßt sein: als normaler Text, als numerierter Ablauf, als Auflistung nach Punkten oder als Abbildung.

- Fußzeile: Unten auf jeder Seite finden sich Name und Nummer des Kapitels sowie die Seitenzahl.

Darstellung der Informationen

Jede Information ist so präsentiert, daß sie präzise und leicht erfaßbar ist.

- Tabellen: Einige spezifische Informationen werden als Tabelle dargestellt, um ein schnelleres Auffinden derselben zu ermöglichen.

- Numerierter Ablauf: Darin werden die verschiedenen Schritte zur Durchführung einer Aufgabe beschrieben. Die einzelnen Schritte sind in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen. Da es sonst keine numerierten Abläufe im Handbuch gibt, wissen Sie, daß eine sequentielle Abarbeitung hier ansteht.

- Auflistung nach Punkten: Informationen von gleichem Rang oder mehrere mögliche Lösungen werden als Auflistungen nach Punkten dargestellt. Sie sind auf diese Weise leichter zu überblicken.

Übersichtliche Informationshilfen

Spezielle Informationsverzeichnisse sind an verschiedenen Stellen im Handbuch zu finden.
Es handelt sich um die folgenden:

- Vorne im Handbuch das komplette Inhaltsverzeichnis mit allen Kapitelüberschriften.

- Zu Beginn eines jeden Kapitels eine Inhaltsübersicht mit allen Untertiteln.

- Im Anhang A eine alphabetisch geordnete Tabelle der Befehle mit genauer Syntax, Tasten- und Menüangabe sowie der Seitenangabe für detaillierte Information.

- Im Anhang B eine Tabelle der Fehlerkodierung mit Angabe der Fehlerursache und Hinweisen zur Fehlerbeseitigung.

- Hinten im Handbuch ein alphabetisches Verzeichnis (Befehle, Funktionen, etc.) mit Seitenangabe.

Einführung

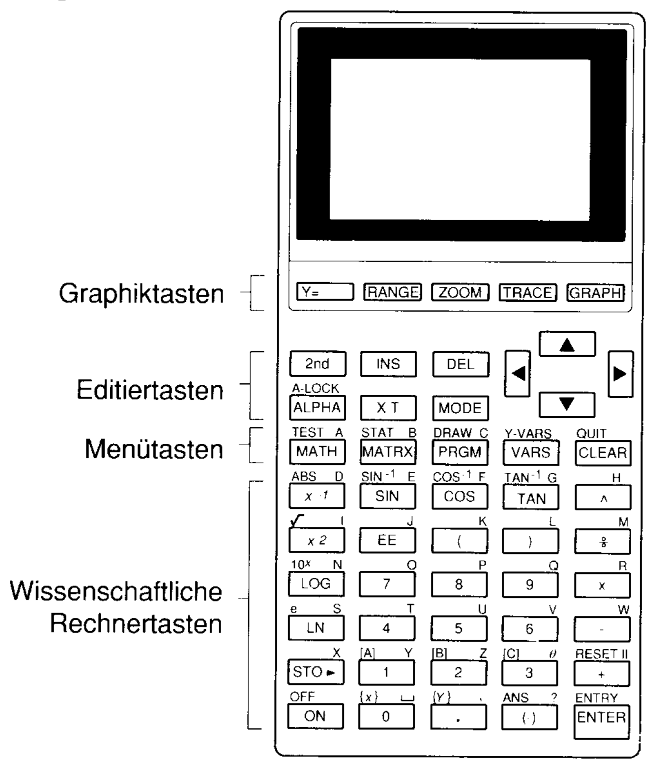
Das Einführungskapitel stellt mit mehreren Beispielen für Berechnungen und graphische Darstellungen die Hauptfunktionen des Rechners TI-81 vor.

Inhaltsverzeichnis

Das Tastenfeld

Der TI-81-Rechner verfügt über Tasten mit unterschiedlichen Farben und Funktionen. Sie sind in vier Gruppen gegliedert: Graphiktasten, Editiertasten, Menütasten und wissenschaftliche Rechnertasten.

Beschreibung des Tastenfeldes



Graphiktasten

Mit diesen Tasten haben Sie Zugang zu den Graphikfunktionen des TI-81.

Editiertasten

Mit diesen Tasten können Sie Ausdrücke und Zahlenwerte bearbeiten.

Menütasten

Mit diesen Tasten haben Sie Zugang zu den Menüs des TI-81.

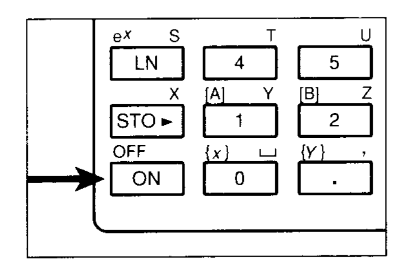
Wissenschaftliche Rechnertasten

Mit diesen Tasten haben Sie Zugang zu den gewöhnlichen Funktionen eines wissenschaftlichen Rechners.

Vorbereiten des Rechners

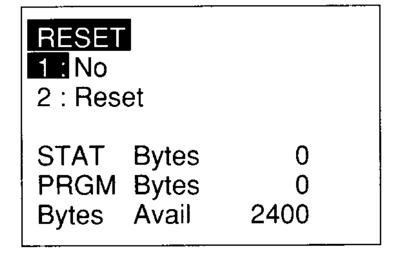
Vor dem Durcharbeiten der Beispielaufgaben befolgen Sie die folgenden Hinweise, wodurch der TI-81 in seine Grundeinstellung zurückgesetzt wird. (Das Rücksetzen löscht alle im Rechner zuvor abgelegten Werte).

1. Mit [ON] wird der Rechner eingeschaltet.



2. Drücken Sie [2nd] und anschließend [+]. (Mit 2nd erreichen Sie die links über der als nächstes gedrückten Taste angezeigte Funktion. RESET ist die Zweitfunktion von [+]).

   Das RESET-Menü erscheint in der Anzeige.



3. Mit [2] wählen Sie <RESET>, die zweite Option im RESET-Menü.

   In der Anzeige erscheint **Mem Cleared**. Mit Taste [CLEAR] wird die Anzeige gelöscht.

   Den Kontrast können Sie durch Drücken der Taste [2nd] und anschließend [▲] (dunkler) oder [2nd] und [▼] (heller) einstellen.

Rechenbeispiel

Auf der TI-81-Anzeige stehen acht Zeilen mit je 16 Zeichen zur Verfügung. Die gesamte Eingabe wird angezeigt. Das Ergebnis wird in der folgenden Zeile angezeigt.

1. Ermitteln Sie durch Probieren, zu welchem Zeitpunkt 1000 DM bei jährlichen Zinseszinsen von 6% verdoppelt sein werden.

   Als ersten geschätzten Wert nehmen Sie 10 Jahre und berechnen die Summe dafür. Geben Sie den Ausdruck so ein, wie Sie ihn schreiben würden.
   Tasten Sie ein 1000 [x] 1.06 [^] 10.
   Der gesamte Ausdruck erscheint in der ersten Eingabezeile der Anzeige.

```
1000 * 1.06^10
```

2. Drücken Sie [ENTER], um den Ausdruck zu berechnen.

   Das Ergebnis dieses Ausdrucks wird auf der rechten Seite der zweiten Eingabezeile eingeblendet. Der Cursor steht auf der linken Seite der dritten Zeile und ist für den nächsten Ausdruck bereit.

```
1000 * 1.06^10
       1790.847697
█
```

3. Der nächste geschätzte Wert sollte größer als 10 sein. Nehmen Sie 12 Jahre. Zur Berechnung des Wertes nach 12 Jahren tasten Sie ein 1000 [x] 1.06 [^] 12 und anschließend [ENTER].

```
1000 * 1.06^10
       1790.847697
1000 * 1.06^12
       2012.196472
```

Rechenbeispiel (Forts.)

Mit der Funktion ENTRY können Sie den zuletzt eingegebenen Ausdruck zurückrufen, ohne ihn erneut einzugeben, und ihn für eine neue Berechnung benutzen. Darüberhinaus kann das zuletzt berechnete Ergebnis weiterverwendet werden.

1. Der nächste geschätzte Wert muß etwas unter 12 liegen. Berechnen Sie den Geldwert nach 11.9 Jahren anhand des zuletzt eingegebenen Ausdrucks. Drücken Sie 2nd und anschließend [ENTRY] (die Zweitfunktion von [ENTER]).
   Der zuletzt berechnete Ausdruck steht in der nächsten Zeile der Anzeige. Der Cursor steht am Ende dieses Ausdrucks.

```
1000 * 1.06^10
       1790.847697
1000 * 1.06^12
       2012.196472
1000 * 1.06^12
```

2. Sie können den Ausdruck ändern. Mit [◀] setzen Sie den Cursor auf die 2. Tasten Sie 1.9 ein, um statt12 den Wert 11.9 zu wählen. Drücken Sie [ENTER], damit der Ausdruck berechnet wird.
   Anmerkung: Diesen Vorgang können Sie solange wiederholen, bis Sie ein Ergebnis mit der gewünschten Genauigkeit erhalten.

```
1000 * 1.06^10
       1790.847697
1000 * 1.06^12
       2012.196472
1000 * 1.06^11.9
       2000.505716
```

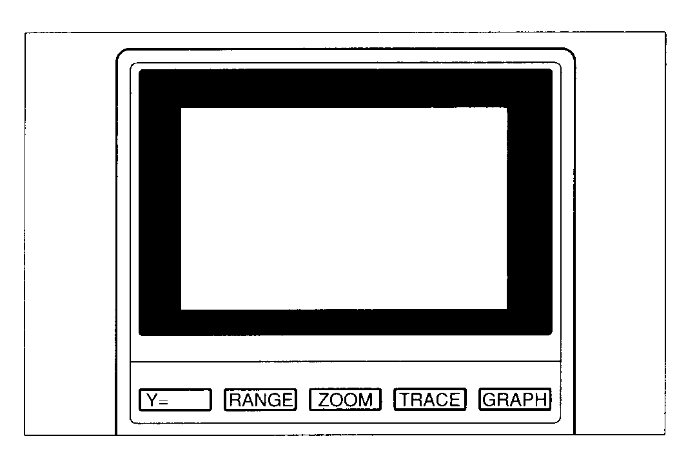
3. Sie können eine Berechnung anhand des Ergebnisses der letzten Berechnung weiterführen. Wieviel bekommt jede Person, wenn der oben ermittelte Geldwert zum Beispiel an sieben Personen verteilt werden soll?
   Um das zuletzt berechnete Ergebnis durch sieben zu teilen, drücken Sie [÷] 7 und anschließend [ENTER].
   Durch Betätigen der Taste [÷] wird **Ans**/ zu Beginn des neuen Ausdrucks eingeblendet. **Ans** ist eine Variable, die den zuletzt berechneten Ausdruck enthält. In diesem Fall hat **Ans** den Wert 2000.505716.

```
       1790.847697
1000 * 1.06^12
       2012.196472
1000 * 1.06^11.9
       2000.505716
Ans/7
       285.7865309
```

Graphikanweisungen

Die Graphiktasten des TI-81 befinden sich unmittelbar unter dem Display. In diesem Kapitel werden diese Tasten benutzt, um zwei Kurven darzustellen und zu untersuchen.

Graphiktasten



[Y=] -**Taste**
Durch Drücken der [Y=] -Taste wird ein Editierfenster eingeblendet, in dem Sie Funktionen zur graphischen Darstellung eingeben und auswählen.

[RANGE] -**Taste**
Durch Drücken der [RANGE] -Taste wird ein Menü eingeblendet, mit dem sie den Darstellungsbereich festlegen.

[ZOOM] -**Taste**
Durch Drücken der [ZOOM] -Taste wird ein Menü eingeblendet, mit dem Sie den Darstellungsbereich ändern können.

[TRACE] -**Taste**
Durch Drücken der [TRACE] -Taste können Sie den Cursor entlang eines Funktionsgraphen bewegen und die x/y-Koordinaten des Cursors auf der Funktion einblenden.

[GRAPH] -**Taste**
Durch Drücken der [GRAPH] -Taste wird der Graph der gewählten Funktionen in den festgelegten Darstellungsbereich eingeblendet.

Eingabe von Funktionen zur graphischen Darstellung

Lösen sie graphisch die Gleichung X^3 - 2X=2cosX mit dem TI-81, d. h. lösen Sie das System von zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten: Y=X^3 - 2X und Y=2cosX.

1. Mit dem Editierfenster Y= können Sie Funktionen zur graphischen Darstellung definieren. Mit [Y=] haben Sie Zugang zu diesem Editierfenster.

   In der Anzeige erscheinen Label für vier Funktionen. Der Cursor steht am Anfang der ersten Funktion.

```
:Y1=
:Y2=
:Y3=
:Y4=
```

2. Um die Funktion Y_1 in Abhängigkeit von X zu definieren, geben Sie den ersten Ausdruck X^3 - 2X durch die Tastenfolge [X/T] [^] 3 [-] 2 [X/T] ein. Mit [ENTER] wird der Cursor auf die nächste Funktion vorgerückt.

   Mit der [X/T] -Taste können Sie die X-Variable direkt eingeben ohne Drücken von [ALPHA].

   Das = Zeichen in Inversvideo zeigt an, daß Y_1 graphisch dargestellt werden soll.

```
:Y1=X^3-2X
:Y2=
:Y3=
:Y4=
```

3. Um die Funktion Y_2 in Abhängigkeit von X zu definieren, geben Sie den Ausdruck 2cosX durch die Tastenfolge 2 [COS] [X/T] ein.

```
:Y1=X^3-2X
:Y2=2cos X
:Y3=
:Y4=
```

Der Darstellungsbereich

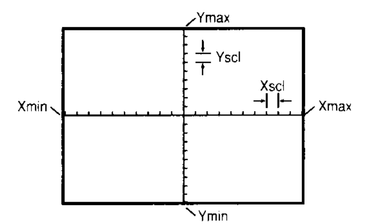
Die RANGE-Variablen (Bereichsvariablen der Achsen) definieren den Darstellungsbereich, d.h. sie bestimmen die Größe des rechteckigen Ausschnitts der Koordinatenebene, der auf dem Anzeigebildschirm dargestellt wird. Die Bereichsvariablen können angezeigt und geändert werden.

1. Durch Drücken der [RANGE]-Taste wird das Editierfenster der Bereichsvariablen eingeblendet. Sie können die Werte der RANGE-Variablen in dieser Anzeige sehen und ändern.

   Die Werte zeigen die Standardeinstellungen der RANGE-Werte.

RANGE
Xmin =-10
Xmax =10
Xscl =1
Ymin =-10
Ymax =10
Yscl =1
Xres =1

2. Die RANGE-Standardvariablen definieren das nebenstehend abgebildete Anzeigefenster.



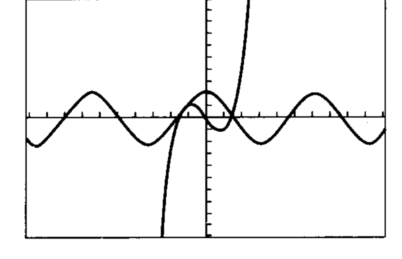
Graphische Darstellung

Nachdem die Funktionen zur graphischen Darstellung erstellt und ausgewählt und daer Darstellungsbereich bestimmt wurden, können Sie nun den Graph der Funktion in die Anzeige bringen.

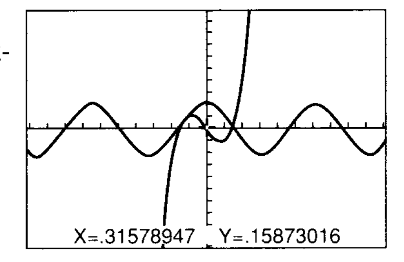
1. Durch Drücken von [GRAPH] werden die Graphen der gewählten Funktionen im Display eingeblendet.

   Die Kurven der Funktionen Y=X^3 - 2X und Y=2cosXwerden im Bereich $-10 \leq X \leq 10$ dargestellt.

   Die Kurven auf dem Anzeigebildschirm scheinen in zwei Punkten übereinzustimmen.

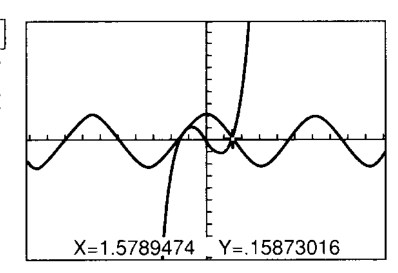


2. Dürch einmaliges Drücken der Taste [▶] positionieren Sie den Graphikcursor im Zentrum der Anzeige. Die unten in der Anzeige eingeblendete Zeile gibt die x/y-Koordinaten des Cursors an.



3. Mit Hilfe der Cursortasten ([◀], [▶] [▲] und [▼]) setzen Sie den Cursor an den angezeigten Schnittpunkt der beiden Kurven im rechten Teil der Anzeige.

   Die x/y-Koordinaten des Cursors werden bei jeder Cursorbewegung aktualisiert.



Zoom In-Befehl in der graphischen Darstellung

Mit dem <Zoom In>-Befehl im Zoom-Menü können Sie den Darstellungsbereich von einem bestimmten Punkt aus vergrößern.

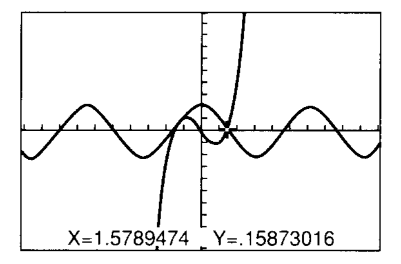
1. Durch Drücken der [ZOOM] -Taste haben Sie Zugang zu dem Menü mit den integrierten ZOOM-Funktionen.

   Dieses Menü ist repräsentativ für alle im TI-81 enthaltenen Menüs mit integrierten Funktionen. Sie wählen eine Option des Menüs entweder durch Drücken der Zahl links von dem Befehl oder positionieren den Cursor mit Hilfe der Taste [▼] auf der Anweisung und drücken [ENTER].

ZOOM
1: Box
2: Zoom In
3: Zoom Out
4: Set Factors
5: Square
6: Standard
7↓Trig

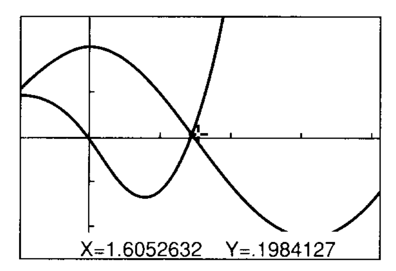
2. Sie vergrößern den Graph durch Drücken der Taste 2, womit Sie den <Zoom In>-Befehl im Menü anwählen.

   Die Kurve wird erneut angezeigt. Eine andere Cursorform zeigt an, daß Sie mit der ZOOM-Funktion arbeiten.



3. Wenn der Cursor im scheinbaren Schnittpunkt rechts in der Anzeige positioniert ist, drücken Sie [ENTER]. Die aktuelle Cursorposition bildet das Zentrum des neuen Darstellungsbereichs.

3. Im neuen Darstellungsbereich sind die Einheiten für X und Y viermal so groß entsprechend dem Standardwert der ZOOM-Funktion.



Aktualisierung des Darstellungsbereichs

Bei jeder Ausführung eines ZOOM-Befehls aktualisiert der TI-81 die Bereichsvariablen gemäß dem neuen Darstellungsbereich. Sie können die Bereichsvariablen überprüfen, die Größe des neuen Fensters anzeigen und zum Graph zurückkehren, ohne ihn neu zeichnen zu müssen.

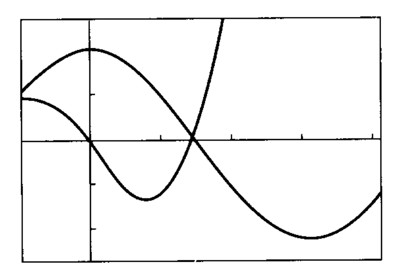
1. Bei jeder Vergrößerung der Kurve wird ein neuer Darstellungsbereich definiert und die Bereichsvariablen werden automatisch aktualisiert.

   Durch Drücken der [RANGE] -Taste werden die aktualisierten Bereichsvariablen angezeigt.

   ```
   RANGE
   Xmin  =-.921052632
   Xmax  =4.078947368
   Xscl  =1
   Ymin  =-2.34126984
   Ymax  =2.658730159
   Yscl  =1
   Xres  =1
   ```

   Sie stellen fest, daß der <Zoom In>-Befehl verschiedene Wertänderungen bewirken kann. Die Bereichsvariablen können je nach exakter Cursorposition bei dem <Zoom In>-Befehl variieren.

2. Durch Drücken der [GRAPH] -Taste erscheint die Kurve erneut.

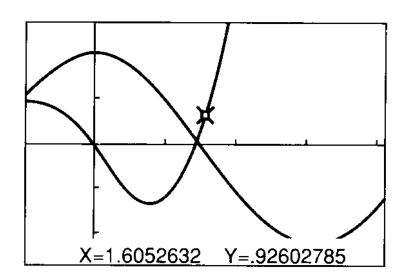


Cursorbewegungen entlang des Funktionsgraphen

Nach dem Drücken der TRACE-Taste können Sie den Cursor innerhalb der graphischen Darstellung einer Funktion verschieben. Die x/y-Koordinaten für die Cursorposition werden innerhalb des Graphen einblendet.

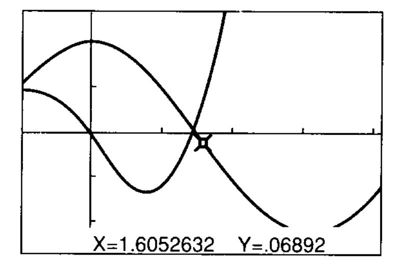
1. Drücken Sie die [TRACE]-Taste. Der Cursor erscheint etwa in der Mitte der Anzeige der Funktionskurve $Y=X^3 - 2X$.

   Die unten in der Anzeige eingeblendeten Werte geben die Koordinaten des Cursors an. Der Y-Wert ist der Funktionswert für den eingeblendeten X-Wert.



2. Drücken Sie [▼]. Der Cursor verschiebt sich auf die Kurve der anderen Funktion, wobei der X-Wert gleich bleibt.

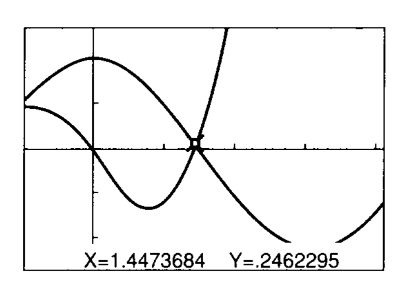
   Mit den Tasten [▲] und [▼] wechselt der Cursor von einer Kurve zur anderen.



3. Mehrmaliges Drücken von [▶] verschiebt den Cursor nach rechts.

   Mit den Tasten [◀] und [▶] läßt sich der Cursor entlang einer Kurve bewegen.

4. Drücken Sie mehrmals [◀] bis der Cursor im Schnittpunkt der beiden Kurven im ersten Quadranten positioniert ist.

   Der Graph zeigt deutlich, daß die beiden Kurven sich schneiden. Somit hat die Gleichung $X^3 - 2X = 2\cos X$ mindestens eine Lösung. Die (angezeigte) Näherung der Lösung ist X = 1.4473684. Das Ergebnis ist genau bis auf eine Punktbreite*** (0.0526316).

   Die Punktbreite*** beträgt:

   $$\frac{(Xmax - Xmin)}{95}$$

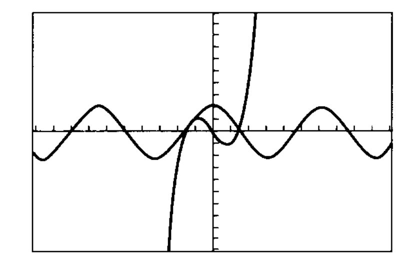
Box-Option im Zoom-Menü

Sie haben eine Lösung für die Gleichung gefunden. Nun gilt es herauszufinden, ob die vermutete zweite Schnittstelle ebenfalls eine Lösung ist. Mit der <Box>-Option im ZOOM-Menü können Sie die Parameter des Darstellungsbereichs festlegen und ein Rechteck zur Bestimmung des neuen Darstellungsbereichs zeichnen.

1. Um das Standardfenster zu definieren, drücken Sie die Taste ZOOM und haben damit Zugang zu dem ZOOM-Menü.

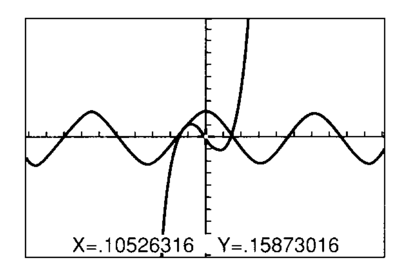
```
ZOOM
1: Box
2: Zoom In
3: Zoom Out
4: Set Factors
5: Square
6: Standard
7↓Trig
```

2. Drücken Sie 6, um <Standard> zu wählen. Das Anzeigefenster nimmt automatisch die Standardmaße an. Im Display erscheint die zuvor angezeigte Kurve.



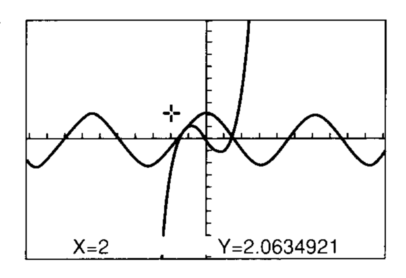
3. Drücken Sie ZOOM, um erneut das ZOOM-Menü einzublenden. Mit Taste 1 wählen Sie die <Box>-Option. Jetzt können Sie zwei diagonale Eckpunkte des neuen Fensters wählen.

   Der Cursor befindet sich in der Mitte des Anzeigefensters. Seine geänderte Form zeigt an, daß Sie sich in einer ZOOM-Option befinden.



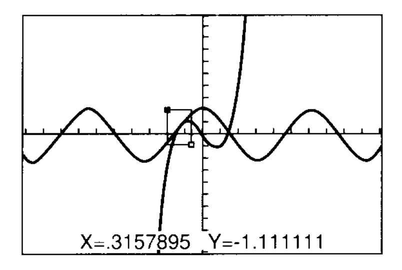
4. Bewegen Sie den Cursor von der Mitte des Graphen zu einem Punkt, den Sie als Ecke des neuen Anzeigefensters wählen. Drücken Sie [ENTER].

   Anmerkung: Der Cursor hat nun eine quadratische Form.



5. Bewegen Sie den Cursor mit den Tasten [▶] und [▼] diagonal bis zur diagonal liegenden Ecke des gewünschten Anzeigefensters.

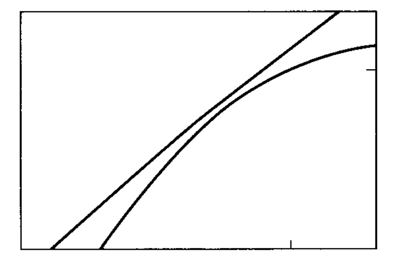
   Die Umrisse des neuen Anzeigefensters werden bei jedem Bewegen des Cursors angezeigt.



6. Mit [ENTER] bestätigen Sie die Cursorposition als zweite Ecke des Vierecks.

   Das gewählte Viereck wird zum neuen Anzeigefenster, in dem sogleich die Kurven eingezeichnet werden.

7. Wiederholen Sie Schritt 1 - 6 so lange, bis Sie sehen können, daß die beiden Kurven sich nicht berühren.
   Die Gleichung $X^3 - 2X = 2\cos X$ hat also nur eine Lösung.



8. Drücken Sie die Tastenfolge [2nd] [Quit], um das Graphikdisplay zu verlassen und zum Eingabedisplay zurückzukehren.

Weitere Möglichkeiten

Das Einführungskapitel gibt eine Anleitung zum Gebrauch des TI-81 und zeigt die Grundfunktionen des Rechners sowie die Graphikfunktionen, insbesondere die ZOOM- und TRACE-Funktionen. Die folgenden Kapitel beschreiben diese Funktionen ausführlich und zeigen weitere Möglichkeiten des Rechners auf.

Weitere Funktionen des TI-81

Neben den bereits erwähnten Funktionen verfügt der Rechner über folgende Möglichkeiten:

- Sie können alle ZOOM- und TRACE-Optionen für gleichzeitig drei Parametergleichungen benutzen. (siehe Kapitel 4).
- Zeichen- und Schattierungsoptionen können dazu benutzt werden, eine Graphik hervorzuheben oder eine zusätzliche Analyse durchzuführen. (siehe Kapitel 5).
- Sie können bis zu drei Matrizen von maximal 6 x 6 in den Rechner eingeben und speichern. Die Matrizen können für gewöhnliche Matrizenoperationen mit elementaren Zeilenoperationen verwendet werden. (siehe Kapitel 6).
- Sie können mit dem TI-81 Berechnungen mit ein oder zwei Variablen durchführen. Bis zu 150 Datenpunkte können Sie eingeben und speichern. Vier Regressionsmodelle stehen zur Verfügung: lineare Regression, logarithmische Regression, Exponentialregression und Potenzregression. Sie können Daten mit Hilfe von Histogrammen, Streubildern und Liniendiagrammen graphisch darstellen und mit weiteren graphischen Möglichkeiten kombinieren, um Regressionsgleichungen darzustellen. (siehe Kapitel 7).
- Programmierungsfunktionen umfassen extensive Kontrolle und E/A-Anweisungen. Bis zu 37 Programme mit insgesamt 2400 Bytes können gespeichert werden.(siehe Kapitel 8).

Kapitel 1: Benutzung des TI-81

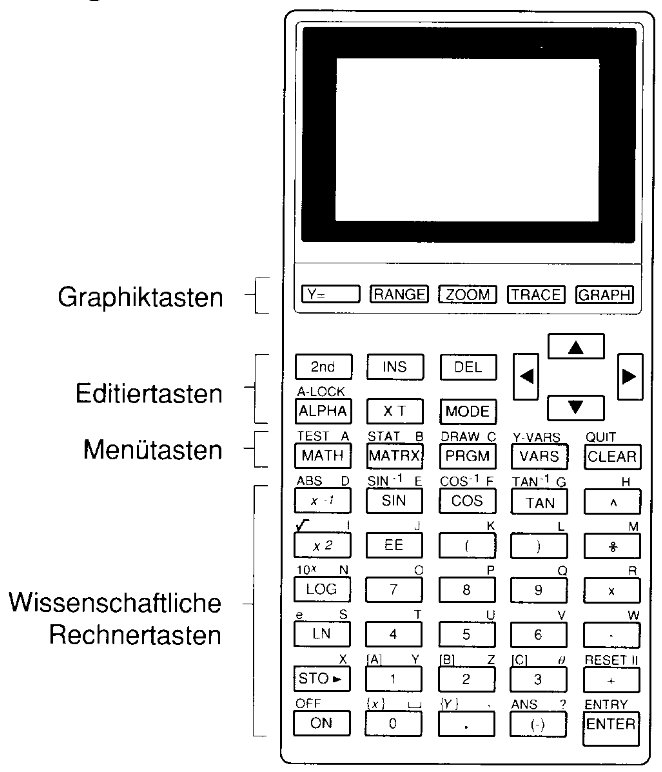
Das erste Kapitel gibt einen allgemeinen Überblick über den Betrieb des Rechners.

Inhaltsverzeichnis

Das Tastenfeld

Der TI-81-Rechner verfügt über vier Gruppen von Tasten: Graphiktasten, Editiertasten, Menütasten und wissenschaftliche Rechnertasten.

Beschreibung des Tastenfeldes



Graphiktasten

Mit diesen Tasten haben Sie Zugang zu den Graphikfunktionen des TI-81.

Editiertasten

Mit diesen Tasten können Sie Ausdrücke und Zahlenwerte bearbeiten.

Menütasten

Mit diesen Tasten haben Sie Zugang zu den Menüs des TI-81.

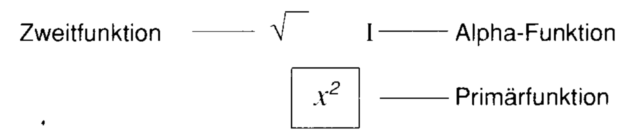
Wissenschaftliche Rechnertasten

Mit diesen Tasten haben Sie Zugang zu den gewöhnlichen Funktionen eines wissenschaftlichen Rechners.

Zweitfunktionen und Alpha-Funktionen

Einige Tasten haben mehrere Funktionen. Diese Zusatzfunktionen sind über der Taste angezeigt und durch vorheriges Drücken von [2nd] oder [ALPHA] erreichbar.

Tastenbeschriftung



Zweitfunktionen

Die links über einer Taste angezeigte Operation kann durch Drücken von [2nd] vor dem Betätigen der entsprechenden Taste angewählt werden.

Nach Drücken der [2nd] Taste erscheint der Cursor als heller Pfeil und weist so auf die Zweitfunktion hin. Durch erneutes Drücken von [2nd] wird die Zweitfunktion aufgehoben.

In diesem Handbuch werden Zweitfunktionen gekennzeichnet durch [2nd] und nachfolgender eckiger Klammer mit der angewählten Funktion.

Beispiel : [2nd] [√]

Alpha-Funktionen

Das rechts über einer Taste angezeigte Symbol (unter anderem Buchstaben) kann durch Drücken von [ALPHA] vor dem Betätigen der entsprechenden Taste angewählt werden.

Nach Drücken der [ALPHA] -Taste erscheint der Cursor als helles A und weist so auf die Alpha-Funktion hin. Durch erneutes Drücken von [ALPHA] wird die Alpha-Funktion aufgehoben.

In diesem Handbuch werden Alpha-Funktionen durch [ALPHA] und nachfolgender eckiger Klammer mit dem angewählten Symbol gekennzeichnet.
Beispiel: [ALPHA] [I].

Alpha-Lock

Der Alphamodus kann beibehalten werden durch Drücken von [2nd] [ALPHA], womit A-LOCK gewählt wird. Das ist besonders vorteilhaft bei der Programmierung für die Eingabe von Text. Durch erneutes Drücken von [ALPHA] wird die A-LOCK-Funktion aufgehoben.

Ein- und Ausschalten des Rechners

Durch Drücken der Tasten [ON] und [2nd] [OFF] wird der Rechner ein- und ausgeschaltet. Wenn etwa fünf Minuten keine Taste gedrückt wird, wird der Rechner durch die automatische Sparschaltung (Automatic Power Down™) abgeschaltet.

Einschalten des Rechners

Durch Drücken der Taste [ON] wird der Rechner eingeschaltet.

- Wurde der Rechner zuvor manuell (mit [2nd] [OFF]) ausgeschaltet, erscheint die leere Anzeige mit dem Cursor in der linken oberen Ecke (siehe Seite 1-8).
- Wurde der Rechner zuvor durch die automatische Sparschaltung APD™ (Automatic Power Down) abgeschaltet, erscheint beim Wiedereinschalten die laufende Anzeige mit dem Cursor und etwaiger Fehlerbedingungen, wie sie vor dem Abschalten war.

Ausschalten des Rechners

Prüfen Sie vor dem Ausschalten, ob Ausdrücke oder Werte, die erneut aufgerufen werden sollen, gespeichert sind.

Durch Drücken der Tasten [2nd] [OFF] wird der Rechner ausgeschaltet.

Das Ausschalten hat folgende Auswirkungen:

- Anzeige und etwaige Fehlerbedingungen werden gelöscht.
- Durch die Constant Memory™-Eigenschaft (Permanenter Speicher) bleiben erhalten: gespeicherte Variablen, Programme, Anzeigeformen, RANGE-Werte, Kontrasteinstellung, letztes Ergebnis (**Ans**-Variable), letzter Ausdruck sowie die zuletzt dargestellte Graphik.

Automatische Sparschaltung APD™ (Automatic Power Down)

Zur längeren Lebensdauer der Batterien wird der Rechner durch die automatische Sparschaltung abgeschaltet, wenn etwa fünf Minuten keine Taste gedrückt wird. Durch Drücken der Taste [ON] wird wieder der aktuelle Bildschirm angezeigt.

- Es erscheint die laufende Anzeige mit dem Cursor und etwaiger Fehlerbedingungen, wie sie vor dem Abschalten war.

- Es bleiben erhalten: gespeicherte Variablen, Programme, Anzeigeformen, Bereichsvariablen, Kontrasteinstellung, letztes Ergebnis (**Ans**-Variable), letzter Ausdruck sowie die zuletzt dargestellte Graphik.

Kontrastregulierung

Helligkeit und Kontrast der Anzeige sind abhängig von der Helligkeit der Umgebung, dem Zustand der Batterien, dem Blickwinkel und der Einstellung des Kontrastes. Die Kontrasteinstellung bleibt im Rechner gespeichert.

Einstellen des Kontrastes

Sie können den Kontrast der Anzeige je nach Helligkeit der Umgebung und dem Blickwinkel einstellen. Die Kontrasteinstellung ändert den Kontrast der Anzeige und eine Zahl von 0 (hellste Einstellung) bis 9 (dunkelste Einstellung) in der rechten oberen Ecke zeigt die aktuelle Kontrasteinstellung an.

Zur Einstellung des Kontrastes gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die [2nd]-Taste.

2. Drücken Sie Taste [▲] für dunkleren Kontrast so lange, bis der gewünschte Kontrast erreicht ist.
   Drücken Sie Taste [▼] für helleren Kontrast so lange, bis der gewünschte Kontrast erreicht ist.

Hinweis: Bei einer Kontrasteinstellung auf 0 kann die Anzeige leer erscheinen. Drücken Sie in dem Fall [▲] so lange, bis die Anzeige wieder erscheint.

Batteriewechsel

Wenn die Batterien verbraucht sind, wird die Anzeige schwach (besonders während der Berechnungen) und die Kontrasteinstellung muß erhöht werden. Bei einer Kontrasteinstellung von 8 bis 9 sind die Batterien umgehend zu ersetzen.

Das Display (Anzeigebildschirm)

Der TI-81 zeigt Text und graphische Darstellungen an. Für die Anzeige von Text stehen acht Zeilen mit je 16 Zeichen zur Verfügung. Bei Eingabe von Text darüberhinaus wird das Display nach oben hin abgerollt.

Das Eingabedisplay

Beim Einschalten des Rechners wird automatisch das Eingabedisplay angezeigt. Es dient der Eingabe von Ausdrücken und Anweisungen und der Anzeige von Ergebnissen.

Display		
17*3 + ln 3		Ausdruck
	52.09861229	Ergebnis

Verschiedene Cursortypen

Der TI-81 verfügt über verschiedene Cursortypen, die im allgemeinen auf die Art der Operation beim nächsten Tastendruck hinweisen. Die im Eingabedisplay zu findenden Cursortypen sind hier beschrieben; Informationen zu speziellen Cursortypen finden Sie in den entsprechenden Kapiteln.

Cursor	**Form**	**Bedeutung**
Eingabe	blinkendes Rechteck	Eingabe des nächsten Wertes an der Cursorstelle, wobei das vorhandene Zeichen gelöscht wird
Einfügen	blinkender Gedankenstrich	Nächster Wert an Cursorstelle, wobei das vorhandene Zeichen verschoben wird

Cursor	Form	Bedeutung
Zweitfunktion	heller blinkender Pfeil in Inversvideo	Nächster Wert Zweitfunktion, wobei das vorhandene Zeichen gelöscht wird
Alphafunktion	Helles blinkendes A in Inversvideo	Nächster Wert Alphazeichen, wobei das vorhandene Zeichen gelöscht wird

Indikator für laufende Berechnung

Bei laufenden Berechnungen oder graphischen Darstellungen zeigt der Rechner in der rechten oberen Ecke der Anzeige ein kleines dunkles Quadrat an.

Zurück zum Eingabedisplay

Wenn Sie von einem anderen Display zum Eingabedisplay zurückkehren möchten, drücken Sie [2nd] [QUIT].

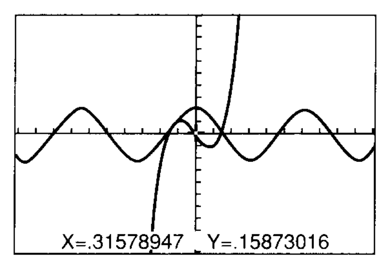
Anzeige der Menüs

Der Rechner verfügt über integrierte Menüs, durch die Sie Zugang zu Funktionen und Operationen haben können, die über das Tastenfeld nicht zu erreichen sind. Diese Menüs ersetzen vorübergehend das aktuelle Display. Nach Wahl einer Option im Menü erscheint erneut das Arbeitsdisplay. Die Benutzung der Menüs ist auf den Seiten 1-22 und 1-23 beschrieben.

```
MATH NUM HYP PRB
1:R▸P(
2:P▸R(
3:³
4:³√
5:!
6:°
7↓r
```

Graphikanzeige

Die graphische Darstellung ausgewählter Funktionen und die Cursorkoordinaten können in die Anzeige gebracht werden.



Editierfenster (Menü für Wertbearbeitung)

Verschiedene Editierfenster ermöglichen die Eingabe und das Bearbeiten von Ausdrücken und Variablen:

- Statistikdaten
- Matrizenwerte
- Funktionen der Y=Funktionsliste
- Bereichsvariablen
- Zoom-Faktoren zur Untersuchung von Graphiken
- Programme

Das GES-System (EOS™)

Mit dem Gleichungseingabesystem (GES) können Sie Zahlen und Zeichen der Rechenoperationen auf einfache und direkte Art in den Rechner eingeben. In diesem System werden die Hierarchie mathematischer Operationen berücksichtigt und es stehen Klammern zur Verfügung, um Ausdrücke zu gruppieren.

Das Gleichungseingabesystem GES führt Operationen innerhalb eines Ausdrucks in der folgenden Reihenfolge durch:

- Umwandlung Polarkoordinaten/Rechtwinklige Koordinaten, numerische Differentiation, Runden und Zeilenoperationen.
- Mathematische Operationen und Funktionen, bei denen das Operationszeichen nach dem Argument eingegeben wird, z. B. x^2, x^{-1}, x^3, x!, °, ʳ und Vertauschen.
- Allgemeine Potenzen wie y^x.
- Implizierte Multiplikationen, bei denen das zweite Argument eine Zahl, eine Variable oder eine Matrix ist, z. B. : 2 π, 4B, 3[C] oder sin (A+B)4.
- Mathematische und trigonomische Funktionen, bei denen das Operationszeichen vor dem Argument eingegeben wird: Sinus, Kosinus, Tangens und ihre Umkehrungen, Logarithmus, natürlicher Logarithmus und ihre Umkehrfunktionen, Absolutwert, Quadratwurzel, negatives Vorzeichen, nächstkleinere ganze Zahl, ganzzahliger Anteil, Dezimalteil, Kubikwurzel, Determinante und hyperbolische Funktionen.
- Sonstige implizite Multiplikation, z.B. 3 log 4 oder sin 4 (A+B).
- Kombinationen mit (nPr) und ohne (nPr) Beachtung der Reihenfolge.
- Multiplikation und Division.
- Addition und Subtraktion.
- Vergleichsoperatoren, z. B. > oder ≤.

Innerhalb der gleichen Prioritätsstufe führt der Rechner die Berechnungen von links nach rechts aus. Berechnungen von Klammerausdrücken haben Priorität.

Unabhängig von der Cursorposition wird mit [ENTER] die Berechnung durchgeführt. Der Cursor braucht sich nicht unbedingt am Ende des Ausdrucks zu befinden.

Implizite Multiplikation

Es ist nicht nötig, das Malzeichen zwischen einer Zahl oder Variablen und folgender Variablen, Matrix, mathematischer oder trigonometrischer Funktion, linker (öffnender) Klammer oder π zu setzen. Der TI-81 versteht z.B. 2π, 4sin 45, 5(1 + 2), (2∗5) (7- 4) oder AB als implizite Multiplikation.

Klammerausdrücke

Alle Ausdrücke innerhalb einer Klammer haben Vorrang. Das Ergebnis des Klammerausdrucks wird für die weitere Berechnung verwendet.

So wird z.B. für den Ausdruck (1 + 2)4 erst der Klammerausdruck 1 + 2 berechnet, das Ergebnis dann mit 4 multipliziert.

Die rechte (schließende) Klammer ist nicht notwendig, denn jeder offene Klammerausdruck wird automatisch am Ende des Ausdrucks durch Drücken von [ENTER] geschlossen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind jedoch in diesem Handbuch alle schließenden Klammern gesetzt.

Zur Eingabe einer negativen Zahl gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die [(-)]-Taste.

2. Geben Sie die Zahl ein.

Geben Sie z. B. für -1.7 [(-)] 1.7 ein.

***Anmerkung**: Die [-] Taste wird für Subtraktionen benutzt. **Die beiden Tasten** dürfen also **nicht verwechselt werden**. Die Fehlerbedingung **ERROR 06 SYNTAX** erscheint in folgenden Fällen:*

- *Bei Drücken von [-] für eine negative Zahl, z. B. 9 [x] [-] 7 [ENTER].*
- *Bei Drücken von [(-)] für eine Subtraktion, z. B. 9 [(-)] 7 [ENTER].*

Eingabe eines zu berechnenden Ausdrucks

Ein Ausdruck ist eine endliche Folge von Zahlen, Operationen, Variablen, Funktionen und Argumenten, für die ein Ergebnis berechnet wird. Ein Ausdruck wird in den TI-81-Rechner eingegeben, wie man ihn schreiben würde.

Eingabe eines Ausdrucks

Die Eingabe eines Ausdrucks mit Zahlen, Variablennamen (siehe Seite 1-25), Begleitsymbolen, Funktionen und Operationen erfolgt über Tastenfeld und Rechnermenüs. Unabhängig von der Cursorposition wird mit [ENTER] die Berechnung durchgeführt. Der Ausdruck wird nach dem GES-System berechnet, und das Ergebnis wird angezeigt.

Es ist zu beachten, daß die meisten Funktionen und Operationen auf dem Tastenfeld und in den Menüs Symbole aus mehreren Zeichen sind. Die Eingabe des Symbols muß über Tastenfeld oder Menü erfolgen und nicht durch Schreiben des Namens. So wird z. B. für die Berechnung des Logarithmus von 45 [LOG] 4 und 5 eingegeben. Wenn Sie L O G als Buchstaben eingeben, so liest der Rechner das als implizite Multiplikation der Variablen L, O und G.

Beispiel für die Eingabe eines Ausdrucks

Berechnen Sie $3.76 \div (-7.9 + \sqrt{5}) + 2 \log 45$

Verfahren	Tasteneingabe	Anzeige
Ausdruck eingeben	3.76 [÷]	3.76/
Klammer öffnen	[(]	3.76/(
-7.9 eingeben	[(-)] 7.9	3.76/(-7.9
Quadratwurzel von 5 hinzufügen	[+] [2nd] [√] 5	3.76/(-7.9+ √5
Klammer schließen	[)]	3.76/(-7.9+ √5)
2 log 45 hinzufügen	[+] 2 [LOG] 45	3.76/(-7.9+ √5) + 2 log 45
Ausdruck berechnen	[ENTER]	3.76/(-7.9+ √5) + 2 log 45 2.642575252

Weiterführen der Berechnung eines Ausdrucks

Sie können, ohne den Wert erneut einzugeben, das zuletzt erhaltene Ergebnis für eine neue Berechnung mit der Taste **Ans** aufrufen. Der TI-81 fügt die **Ans**-Variable (siehe Seite 1-27) in den Ausdruck ein.

Beispiel für das Weiterführen der Berechnung eines Ausdrucks

Bilden Sie das Quadrat des Ausdrucks auf der vorigen Seite.

Verfahren	Tasteneingabe	Anzeige
Das Quadrat des letzten Ergebnisses bilden	[x^2]	Ans^2
Ausdruck berechnen	[ENTER]	Ans^2 6.983203964

Anmerkung zur Eingabe von Ausdrücken

Beachten Sie folgende Hinweise bei der Eingabe von Ausdrücken:

- Manchmal ist das angezeigte Symbol nicht identisch mit dem Tastensymbol, wie etwa bei x^2, e^x und ÷.
- Der Rechner interpretiert Winkel in trigonometrischen Funktionen entsprechend des im MODE-Menü gewählten Winkelmaßes (Grad- oder Bogenmaß).
- Ein Ausdruck mit mehr als 16 Zeichen wird in der folgenden Zeile weitergeführt.
- Das Ergebnis wird rechts in der folgenden Zeile angezeigt. Maximal kann es aus 10 Ziffern und einem zweistelligen Exponenten bestehen. Das Notationsformat und die Anzahl der angezeigten Dezimalstellen werden im MODE-Menü festgelegt (siehe dazu Seiten 1-17 bis 1-20).

Das Bearbeiten von Ausdrücken

Mit den Cursor-Bewegungstasten (im folgendem Cursortasten) können Sie Ausdrücke ändern. Dieselben ermöglichen eine Cursorbewegung in waagerechter (auf einer Zeile) und senkrechter (von Zeile zu Zeile) Richtung. Im Normalmodus werden Zeichen oder Symbole an der Cursorstelle übertippt. Mit den Tasten [INS] und [DEL] werden Zeichen oder Symbole eingefügt bzw. gelöscht.

Bewegen des Cursors

Die Cursortasten rechts oben auf dem Tastenfeld dienen der Cursorbewegung.

Mit den [◀] und [▶] -Tasten wird der Cursor innerhalb des Ausdrucks verschoben. Der Cursor stoppt am Beginn oder Ende des Ausdrucks.

Mit den [▼] und [▲] -Tasten bewegen Sie den Cursor von Zeile zu Zeile, falls der Ausdruck mehrere Zeilen umfaßt.

Anhaltendes Drücken einer Cursortaste verschiebt den Cursor so lange, bis Sie die Taste loslassen.

Editiertasten

Taste	**Funktion**
[INS]	Fügt Zeichen oder Symbole an der Stelle ein, an der der Cursor als blinkender Strich erscheint
[DEL]	Löscht das Zeichen oder Symbol an der blinkenden Cursorstelle
[CLEAR]	Löscht den gesamten Ausdruck; löscht im Eingabedisplay das gesamte Display
[ENTER]	Führt die Berechnung des Ausdrucks durch

Wenn Sie während des Einfügens [2nd] oder [ALPHA] drücken, erscheint der Cursor als unterstrichener Pfeil ↑ oder als unterstrichenes A.

Die Funktion CLEAR ist ausführlicher auf Seite 1-29 beschrieben.

Einfügen innerhalb eines Ausdrucks

Sie fügen ein Zeichen oder ein Symbol ein, indem Sie folgendermaßen vorgehen:

1. Mit den Cursortasten setzen Sie den Cursor auf das Zeichen oder Symbol, vor dem Sie etwas einfügen wollen.

2. Drücken Sie [INS].

3. Geben Sie die Zeichen oder Symbole ein, die Sie einfügen wollen.

4. Beenden Sie den Vorgang auf eine dieser Arten:

   - Drücken Sie [INS] erneut.

   - Drücken Sie eine Cursortaste.

Löschen innerhalb eines Ausdrucks

Sie löschen ein Zeichen oder ein Symbol, indem Sie folgendermaßen vorgehen:

1. Mit den Cursortasten setzen Sie den Cursor auf das Zeichen oder Symbol, das Sie löschen wollen.

2. Drücken Sie [DEL].

Das Zeichen oder Symbol wird gelöscht. Alle Zeichen eines Funktionssymbols, das als Zeichengruppe dargestellt ist (wie z. B. **log** oder **sin**), werden gleichzeitig gelöscht.

Anzeigeformen

Der MODE-Befehl legt fest, wie Zahlen und Kurven angezeigt und berechnet werden. Bei abgeschaltetem Rechner werden die im MODE-Menü festgelegten Parameter durch die Constant Memory™ Eigenschaft gespeichert.

Anzeige der Optionen im MODE-Menü

Mit Taste [MODE] wird das MODE-Menü angezeigt. Die gewählten Einstellungen erscheinen in Inversvideo. Die verschiedenen Optionen in diesem Menü werden auf den folgenden Seiten beschrieben.

Option	Beschreibung
Norm Sci Eng	Anzeigeform (Notation)
Float 0123456789	Anzahl der ausgewiesenen Dezimalstellen
Rad Deg	Winkelmaß
Function Param	Darstellung einer Funktionskurve oder Parameterkurve
Connected Dot	Darstellung der angezeigten Punkte mit oder ohne Verbindungslinien
Sequence Simul	Zeichenmethode der gewählten Funktionen
Grid off Grid on	Wahl der Option Gitterpunkte
Rect Polar	Koordinatentyp der Graphik

Ändern einer Option im MODE-Menü

Zur Anwahl oder zum Ändern einer Option gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Mit den Cursortasten [▼] oder [▲] bewegen Sie den Cursor bis zur betreffenden Zeile. Die Option an der Cursorstelle blinkt.

2. Mit den Cursortasten [▶] oder [◀] bewegen Sie den Cursor bis zur gewünschten Option.

3. Mit Taste [ENTER] aktivieren Sie die blinkende Option.

Verlassen des MODE-Displays

Nach Einstellen der gewünschten Optionen können Sie das MODE-Display auf drei Arten verlassen :

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [Y=] oder [GRAPH].
- Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.
- Durch Drücken der Taste [CLEAR] kehren Sie zum vorherigen Display zurück.

Beschreibung der Notationsoptionen:

Norm Sci Eng

Die Wahl der Notation beeinflußt nur die Anzeigeform eines numerischen Ergebnisses. Eine Zahl läßt sich in jeder der drei Formen eingeben.

Meistens geben wir Zahlen in der **normalen Anzeigeform (Norm)** ein mit Ziffern rechts und links vom Dezimalpunkt, wie zum Beispiel 12345.67.

Die **wissenschaftliche Notation (Sci)** zeigt eine Zahl mit Basiswert und Zehnerpotenz an, mit nur einer Ziffer links vom Dezimalpunkt. Die entsprechende Zehnerpotenz steht rechts von E, wie zum Beispiel 1.234567E4.

Die **technische Notation (Eng)** ist ähnlich der wissenschaftlichen, nur daß bis zu drei Ziffern vor dem Dezimalpunkt stehen können und der Exponent ein Vielfaches von 3 ist, wie zum Beispiel 12.34567E3.

Anmerkung: Bei gewählter Standardanzeige (Norm) wird ein Ergebnis außerhalb dieses Bereichs - Anzeige mit 10 Ziffern ist nicht möglich oder der Absolutwert liegt unter .001 - vom TI-81 in wissenschaftlicher Notation angezeigt.

Float 0123456789

Die ausgewiesenen Dezimalstellen je nach Notation bedingen nur die Anzeigeform eines Ergebnisses.

Bei **Gleitkommanotation (Float)** werden bis zu 10 Ziffern angezeigt, zusätzlich Komma und Vorzeichen.

Bei **Festkommanotation (0123456789)** wird die festgelegte Anzahl Ziffern rechts vom Komma angezeigt. Zur Festlegung der Dezimalstellen setzen Sie den Cursor auf die gewünschte Zahl und drücken [ENTER].

Rad Deg

Bei **Bogenmaß (Rad)** als gewähltes Winkelmaß werden die Winkelargumente in trigonometrischen Berechnungen und Polar/Rechtwinkligen Umrechnungen im Bogenmaß berechnet. Ergebnisse werden im Bogenmaß angezeigt.

Bei **Grad (Deg)** als gewähltes Winkelmaß werden die Winkelargumente in trigonometrischen Berechnungen und Polar/Rechtwinkligen Umrechnungen im Gradmaß berechnet. Ergebnisse werden in Grad angezeigt.

Function Param

Die graphische Darstellung einer Funktion **(Function)** stellt Y in Abhängigkeit von X dar. Ausführliche Information über Funktionsgraphen Funktionen finden Sie in Kapitel 3.

Der Graph einer parametrischen Funktion **(Param)** stellt Y und X in Abhängigkeit von einer dritten Größe T dar. Ausführliche Information über die graphische Darstellung von parametrischen Gleichungen finden Sie in Kapitel 4.

Connected Dot

Eine Funktion in der Y=-Liste kann auf zwei Arten graphisch dargestellt werden: als Liniendiagramm mit Verbindungslinien zwischen den angezeigten Punkten **(Connected)** oder als Punktediagramm ohne Verbindungslinien **(Dot)**.

Sequence Simul

In der **Sequence**-Option berechnet und zeichnet der Rechner den Graph für jeweils eine Funktion, bevor er zur nächsten übergeht.

In der **Simul**-Option berechnet und zeichnet der Rechner die Kurven aller Funktionen für einen bestimmten X- oder T-Wert, bevor er zum nächsten X- oder T-Wert übergeht.

Grid Off Grid On

Bei **Grid Off** wird die graphische Darstellung ohne Gitterpunkte (Quadratnetz) angezeigt.

Bei **Grid On** wird die graphische Darstellung mit Gitterpunkten (Quadratnetz) angezeigt.

Die Gitterpunkte entsprechen den Achseneinteilungen.

Rect Polar

In der Rechtwinkligen Anzeigeform **(Rect)** werden die rechtwinkligen Koordinaten für den Cursor unten im Display angezeigt.

In der Polaranzeigeform **(Polar)** werden die Polarkoordinaten für den Cursor unten im Display angezeigt.

Eingabe von Zahlen in wissenschaftlicher Notation

Zur Eingabe einer Zahl in wissenschaftlicher Notation gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [(-)], wenn die Zahl negativ ist.
2. Geben Sie den Teil der Zahl ein, der vor dem Exponenten steht.
3. Drücken Sie [EE]. In der Anzeige erscheint ein E.
4. Falls der Exponent negativ ist, drücken Sie [(-)].
5. Geben Sie ein oder zwei Ziffern für den Exponenten ein.

Das Eingeben einer Zahl in wissenschaftlicher Notation hat nicht die Anzeige der Ergebnisse in wissenschaftlicher Notation oder technischer Notation zur Folge.

Beispiel für die Eingabe einer Zahl in wissenschaftlicher Notation

Geben Sie -0.000001234 in wissenschaftlicher Notation ein.

Verfahren	Tasteneingabe	Anzeige
Wert eingeben	[(-)] .1234	- .1234
Exponenten eingeben	[EE] [(-)] 5	- .1234E-5

Anmerkung: Wenn Sie die obenstehenden Werte auf einer leeren Zeile im Eingabedisplay eingeben und anschließend [ENTER] drücken, ist das standardmäßig angezeigte Ergebnis -1.234E-6.

Menüs im TI-81

Durch Betätigen der [2nd] - bzw. [ALPHA] -Tasten haben Sie Zugang zur Zweit- bzw. Alphafunktion im Rechner. Darüberhinaus stehen weitere Operationen über die jeweiligen Tasten zur Verfügung. Ausführlichere Information über die Benutzung der einzelnen Menüs finden Sie in dem entsprechenden Kapitel.

Menüs

Tasteneingabe	Funktion
[ZOOM]	Zugang zu den Optionen im ZOOM-Menü
[MATH]	Zugang zu weiteren mathematischen Funktionen und Operationen
[MATRX]	Zugang zu Matrizenwerten und -funktionen
[PRGM]	Bearbeiten und Ausführen von Programmen
[VARS]	Zugang zu speziellen Variablen
[2nd] [TEST]	Zugang zu Vergleichsoperatoren
[2nd] [STAT]	Zugang zu Statistikfunktionen
[2nd] [DRAW]	Zugang zu graphischen Operationen im DRAW-Menü
[2nd] [Y-VARS]	Zugang zu Namen der Funktionen in der Y=-Liste
[2nd] [RESET]	Rücksetzen des Rechners in die Grundeinstellung

Verlassen eines Menüs

Sie können ein Menü ohne Anwahl einer Option auf drei Arten verlassen:

- Drücken Sie eine Menütaste, um ein anderes Menü anzuzeigen.
- Drücken Sie [2nd] [QUIT], um zum Eingabedisplay zurückzukehren.
- Drücken Sie [CLEAR], um zum vorherigen Display zurückzukehren.

Anzeige eines Menüs

Durch Drücken einer Menütaste wird das Menü angezeigt. Durch Drücken von [MATH] beispielsweise erscheint folgendes Menü in der Anzeige:

```
MATH NUM HYP PRB
1:R▶P(
2:P▶R(
3:³
4:³√
5:!
6:°
7↓r
```

Wahl einer Rubrik

Eine Menütaste kann Zugang zu mehreren Rubriken geben. Die Namen der einzelnen Rubriken sind in der oberen Reihe angezeigt: die laufende Rubrik steht in Inversvideo, die weiteren Rubriken stehen auf derselben Zeile. Mit den Cursortasten [▶] bzw. [◀] setzen Sie den Cursor auf die gewünschte Rubrik.

Wahl einer Option in einem Menü

Die laufende Option steht in Inversvideo. Verfügt das Menü über mehr als sieben Optionen, wird das auf der letzten Zeile durch einen Pfeil anstelle des Doppelpunktes angezeigt. In diesem Handbuch sind Optionen in einem Menü mit <Option> bezeichnet. Sie können eine Option auf zwei Arten wählen :

- Sie geben die Zahl der gewünschten Option ein.
- Sie gehen mit den Cursortasten zu der gewünschten Option und drücken [ENTER].

Benutzen einer Menüoption für einen Ausdruck

Berechnen Sie $6\sqrt[3]{27}$.

Verfahren	Tasteneingabe	Anzeige
Ersten Wert eingeben	6	6
Zugang zu MATH-Menü	[MATH]	
Kubikwurzel wählen	4	$6\sqrt[3]{\ }$
27 eingeben	27	$6\sqrt[3]{27}$
Ausdruck berechnen	[ENTER]	$6\sqrt[3]{27}$ 18

Speichern und Aufruf von Variablen

Werte können mit Hilfe von Variablen gespeichert und aufgerufen werden. Die Variable erhält einen Namen, unter dem der Wert einen Platz im Speicher hat. Der Wert erscheint in einem Ausdruck als Variablenname.

Information zu Variablen

Im TI-81 werden Variable als einzelne alphabetische Zeichen von A - Z sowie θ dargestellt. Darüberhinaus können sie andere Variable für spezifische Anwendungen referenzieren. Die Beschreibung dieser Variablen finden Sie in den entsprechenden Kapiteln.

Anmerkung: Der TI-81 kann die Variablen X, Y, T, R oder θ beim Zeichnen einer Kurve oder beim Bewegen des Cursors in der Graphik aktualisieren.

Speichern von Werten in Variablen

Werte werden in Variablen mit der [STO►] -Taste gespeichert. Das Speichern eines Wertes muß auf einer leeren Zeile erfolgen.

1. Geben Sie den zu speichernden Wert ein. Dieser Wert kann ein Ausdruck sein, der durch Drücken von [ENTER] berechnet wird.

2. Drücken Sie Taste [STO►].

   Die Anweisung -> wird an der aktuellen Cursorstelle kopiert.

3. Geben Sie den Buchstaben als Variablennamen ein, unter dem der Wert gespeichert werden soll.

   Anmerkung: Nach Drücken der Taste [STO►] ist das Tastenfeld für eine Alphaeingabe bereit. Drücken Sie deshalb nicht auf [ALPHA] .

4. Drücken Sie [ENTER] zum Abschluß der Operation.

Bei Eingabe eines Ausdruckes wird derselbe automatisch berechnet und vom Rechner in der Variablen gespeichert.

Anzeige des in der Variablen gespeicherten Wertes

Um den Inhalt einer Variablen in die Anzeige zu bringen, setzen Sie den Cursor auf eine leere Zeile des Eingabedisplays und gehen dann folgendermaßen vor:

1. Geben Sie den Namen der Variablen ein. (Achtung: Vor der Eingabe von Alphazeichen müssen Sie [ALPHA] drücken.)
2. Drücken Sie [ENTER].
   Der Wert der Variablen wird angezeigt.

Benutzung von Variablen in Ausdrücken

Nach Speichern eines Wertes in einer Variablen können Sie den Wert über die Variable aufrufen. Geben Sie nur den Namen der Variablen in einem Ausdruck ein.
Sie benutzen eine Variable in einem Ausdruck, indem Sie [ALPHA] und dann den Buchstaben drücken. Der Name der Variablen ist damit in den Ausdruck eingegeben. Nach Berechnen des Ausdrucks wird der aktuelle Wert für die Variable benutzt.

Anmerkung: Ohne vorheriges Drücken von [ALPHA] kann mit der Taste [X/T] die Variable X eingegeben werden, wenn die Option <Function> im MODE-Menü gewählt ist, oder die Variable T, wenn die Option <Param> gewählt ist.

Speichern und Aufrufen eines Wertes in einer Variablen

Speichern Sie die Summe aus 10 + 25 in der Variablen K und teilen 75 durch das Ergebnis (K).

Verfahren	Tasteneingabe	Anzeige
Ausdruck eingeben	10 [+] 25	10+25
Ergebnis in K speichern	[STO►] [K] [ENTER]	10+25 -> K 35
Zahl eingeben	75	75
Durch K dividieren	[÷] [ALPHA] [K]	75/K
Ausdruck berechnen	[ENTER]	75/K 2.142857143

Variable Ans: Letztes Ergebnis

Bei jeder richtig durchgeführten Berechnung vom Eingabedisplay oder von einem Programm aus speichert der TI-81 das Ergebnis in der speziellen Variablen Ans. Sie können die Variable Ans durch Drücken von 2nd [ANS] zurückholen.

Benutzung des letzten Ergebnisses

Sie können die Variable **Ans** in jeder Operation benutzen, wo eine Variable benutzt werden kann. Durch Drücken der Tasten 2nd [ANS] wird der Name der Variablen **Ans** an der Cursorstelle angezeigt. Wenn Sie ENTER drücken oder wenn das Programm ausgeführt wird, benutzt der TI-81 den **Ans**-Wert bei der Berechnung.

Ans kann ein Wert oder eine Matrix sein.

Nach dem Abschalten des TI-81 wird der Wert für **Ans** gespeichert.

Benutzung des letzten Ergebnisses anstelle von Klammern

Erneutes Durcharbeiten des Beispiels von Seite 1-13:

$3.76 \div (-7.9 + \sqrt{5}) + 2\log 45$

Jedoch soll der Klammerausdruck jetzt getrennt berechnet und das Ergebnis als **Ans** im Gesamtausdruck benutzt werden.

Verfahren	Tasteneingabe	Anzeige
-7.9 eingeben	(-) 7.9	- 7.9
Quadratwurzel von 5 hinzufügen	+ 2nd [√] 5	- 7.9 + √5
Ausdruck berechnen	ENTER	- 7.9 + √5 -5.663932023
Erste Zahl eingeben	3.76	3.76
Durch **Ans** dividieren	÷ 2nd [ANS]	3.76/Ans
2log 45 hinzufügen	+ 2 LOG 45	3.76/Ans + 2log 45
Ausdruck berechnen	ENTER	3.76/Ans + 2log 45 2.642575252

Letzter Ausdruck

Wenn [ENTER] gedrückt und eine Berechnung vom Eingabedisplay aus richtig durchgeführt wird, speichert der TI-81 den aktuellen Ausdruck in einem speziellen Speicherbereich: Letzter Ausdruck. Sie können ihn durch Drücken von [2nd] [ENTRY] zurückholen.

Benutzung des letzten Ausdrucks

Sie können den zuletzt berechneten Ausdruck zurückholen und ihn editieren. Durch Drücken der Tasten [2nd] [ENTRY] wird der Ausdruck zurückgeholt.

Anmerkung: Wenn Sie zwischenzeitlich keine andere Taste betätigt haben, können Sie den Ausdruck mit der Cursortaste [▲] zurückholen.

Da der TI-81 den letzten Ausdruck nur beim Drücken von [ENTER] aktualisiert, können Sie den letzten Ausdruck auch noch bei der Eingabe eines neuen Ausdrucks aufrufen. Jedoch wird dadurch der aktuelle Ausdruck überschrieben.

Nach dem Abschalten des TI-81 wird der Letzte Ausdruck gespeichert. Durch Drücken von [ENTER] auf einer leeren Zeile im Eingabedisplay wird der zuletzt eingegebene Ausdruck berechnet.

Durchführen iterativer Berechnungen mit der Funktion Letzter Ausdruck

Gegeben sei die Gleichung $A = \pi r^2$. Finden Sie durch Probieren den Radius eines Kreises von $200m^2$. Als ersten geschätzten Wert nehmen Sie 8.

Verfahren	Tasteneingabe	Anzeige
π eingeben	[2nd] [π]	π
Mit 8^2 multiplizieren	8 [x^2]	$\pi\ 8^2$
Ausdruck berechnen	[ENTER]	$\pi\ 8^2$ 201.0619298
Letzten Ausdruck eingeben	[2nd] [ENTRY]	$\pi\ 8^2$
8 durch 7 ersetzen	[◄] [◄] 7	$\pi\ 7^2$
.95 einfügen	[INS] .95	$\pi\ 7.95^2$
Ausdruck berechnen	[ENTER]	$\pi\ 7.95^2$ 198.5565097

Wiederholen Sie den Vorgang, bis Sie ein Ergebnis mit der gewünschten Genauigkeit erhalten.

Löschen von Ausdrücken oder von eingegebenen Werten

Je nach gewähltem Menü ermöglicht die Taste [CLEAR] das Löschen eines Wertes, eines Ausdrucks oder des Eingabedisplays. Spezielle Funktionen der Taste [CLEAR] sind in den entsprechenden Kapiteln beschrieben.

Löschen eines Wertes

Sie können in verschiedenen Menüs die Löschtaste [CLEAR] benutzen. In dem Editierfenster wird mit [CLEAR] ein Wert ganz gelöscht und nicht auf Null gesetzt.

- Mit [CLEAR] löschen Sie einen Wert in Statistikdaten.
- Mit [CLEAR] löschen Sie einen Wert in einer Matrix.
- Mit [CLEAR] löschen Sie einen Bereichswert (RANGE-Variable).
- Mit [CLEAR] löschen Sie den Wert eines ZOOM-Faktors.

Löschen eines Ausdrucks

Sie können in verschiedenen Menüs die Löschtaste [CLEAR] benutzen, um einen Ausdruck zu löschen und einen neuen Ausdruck einzugeben.

- Mit [CLEAR] löschen Sie einen Ausdruck in dem Editierfenster des Programms.
- Mit [CLEAR] löschen Sie die aktuelle Funktion in dem Y=-Editierfenster.

Löschen des Eingabedisplays

Mit [CLEAR] löschen Sie das gesamte Eingabedisplay.

Verlassen eines Menüs mit der Taste [CLEAR]

Um ein Menü zu verlassen und zum vorherigen Menü zurückzukehren, drücken Sie die [CLEAR] -Taste.

Verlassen eines Menüs oder eines Editierfensters

Sie können ein Menü oder ein Editierfenster auf verschiedene Arten verlassen.

Verlassen eines Menüs

Nach der Wahl einer Menüoption kehren Sie zum vorhergehenden Display zurück. Wenn Sie keine Option anwählen wollen, verlassen Sie das Menü auf eine der folgenden Arten:

- Drücken Sie [2nd] [QUIT], um zum Eingabedisplay zurückzukehren.
- Drücken Sie die Taste [CLEAR], um zum vorhergehenden Display zurückzukehren.
- Wählen Sie ein anderes Menü durch Drücken der entsprechenden Taste, z. B. [MATH] oder [RANGE].

Verlassen eines Editierfensters

Nach vollendeten Eingabe- oder Editieroperationen wie der Eingabe von statistischen Daten, dem Bearbeiten von Programmen oder dem Ändern sonstiger Modusoptionen verlassen Sie das Menü auf eine der folgenden Arten:

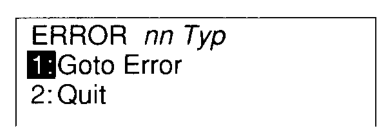
- Drücken Sie [2nd] [QUIT], um zum Eingabedisplay zurückzukehren.
- Wählen Sie ein anderes Editierfenster z. B. [RANGE].

Fehlerbehandlung

Fehler, die beim Berechnen eines Ausdrucks, beim Ausführen einer Anweisung, beim Zeichnen einer Kurve oder beim Speichern eines Wertes auftreten, werden automatisch vom TI-81 angezeigt. Jede Berechnung wird unterbrochen und ein Menü mit Fehlermeldung wird angezeigt.

Fehlerdiagnose

Bei Auftreten eines Fehlers zeigt der Rechner folgendes Menü an:



Die Fehlermeldung oben rechts zeigt Fehlernummer und -typ an: **MATH, RANGE, ZOOM, BREAK, PRGM, SYNTAX, MEMORY oder INVALID.**

- Bei Drücken von <Goto Error> geht der Cursor an die Fehlerstelle.
- Durch Drücken von <Quit> gehen Sie zum Eingabedisplay.

Anmerkung: Bei einigen Fehlerarten ist die Option <Goto Error> nicht im Menü vorgesehen.

In Anhang B sind Fehler und ihre Behandlung ausführlich beschrieben. Häufig tritt ein Fehler bei folgendem Vorgehen auf:

- Drücken von [-] (Subtraktionszeichen) anstelle von [(-)] (Negation) vor einer Zahl in einem Ausdruck.
- Fehlende oder nicht zusammenpassende Klammern.
- Unkorrekt plazierte Argumente.

Korrigieren einer fehlerhaften Eingabe

Um eine fehlerhaften Eingabe zu korrigieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Notieren Sie Fehlernummer und -typ.

2. Durch Drücken von [1] gehen Sie an die Fehlerstelle (falls diese Option im Menü vorgesehen ist).

3. Untersuchen Sie den Ausdruck, insbesondere an der Fehlerstelle, nach Syntaxfehlern oder einem der auf der vorigen Seite beschriebenen häufigen Fehler.

   Falls der Fehler im Ausdruck nicht leicht zu erkennen ist, schlagen Sie in Anhang B nach und lesen die Hinweise zu Fehlermeldungen.

4. Sie berichtigen den Fehler folgendermaßen:

   - Ist der Fehler auf einen Irrtum in der Eingabe des Ausdrucks zurückzuführen, berichtigen Sie den Ausdruck mit Hilfe der Editiertasten.

   - Ist der Fehler auf einen Irrtum in den Werten oder der Logik zurückzuführen, berichtigen Sie den Fehler entsprechend.

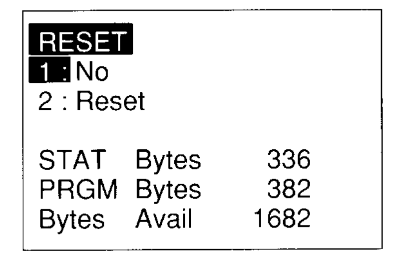
5. Drücken Sie [ENTER], um den Ausdruck erneut zu berechnen oder zum Eingabedisplay zurückzukehren und das Programm erneut auszuführen.

Reinitialisieren (Rücksetzen) des TI-81

Mit dieser Funktion wird der Rechner in seine Grundeinstellung zurückgesetzt. Da der Rechner aber über andere Funktionen verfügt, mit denen nur gewisse Speicherbereiche gelöscht werden, sollte dieses Verfahren nur unter bestimmten Umständen angewandt werden, z. B. bei seinem erstem Einsatz.

Initialisieren des Rechners

1. Durch Drücken der Tasten [2nd] [RESET] erscheint das RESET-Menü in der Anzeige. Es gibt die Anzahl belegter Bytes sowie den für Programme und Statistikdaten zur Verfügung stehenden Speicherraum an.



2. Wählen sie die gewünschte Option:

- Wenn Sie den Rechner nicht reinitialisieren möchten, wählen Sie die Option <No> durch Drücken der Taste [1]. Sie kehren zum vorherigen Menü zurück.

- Wenn Sie den Rechner reinitialisieren möchten, wählen Sie die Option <Reset> durch Drücken der Taste [2]. Damit ist der Rechner auf seine Standardeinstellungen zurückgesetzt und die Meldung **Mem cleared** erscheint im Display.

Folgen des Rücksetzens

Mit Reset wird der Rechner auf folgende Standardeinstellungen zurückgesetzt:

- Der Kontrast ist in Standardeinstellung.
- Die Optionen des MODE-Menüs sind in Standardeinstellung.
- Das Anzeigefenster ist in Standardeinstellung.
- Alle Variablenwerte sind auf Null rückgesetzt.
- Alle Statistikdaten werden gelöscht.
- Alle Matrizenwerte sind auf Null rückgesetzt.
- Die Dimension jeder Matrix ist auf 6x6 konfiguriert.
- Alle Optionen in der Y=-Liste werden gelöscht.
- Alle Programme werden gelöscht.
- Die Faktoren des ZOOM-Menüs sind auf 4 konfiguriert.

Kapitel 2: Mathematische Operationen und Funktionen

In diesem Kapitel werden die mathematischen Operationen und Funktionen des TI-81 beschrieben. Die wichtigsten mathematischen Funktionen sind über das Tastenfeld zu erreichen, die anderen über das MATH-Menü. Das TEST-Menü gibt Zugang zu den Vergleichsoperationen.

Inhaltsverzeichnis

Die MATH-Funktionen über das Tastenfeld

Die am häufigsten benutzten mathematischen Operationen und Funktionen sind über das Tastenfeld zu erreichen. Untenstehende Beispiele gelten für die Standardeinstellungen.

Operation	Beispiel	Tasteneingabe	Anzeige
+, - , x, ÷	75 - 12 x 2	75 [-] 12 [x] 2 [ENTER]	75 -12 ∗2 51
x^2	6^2	6 [x^2] [ENTER]	6^2 36
$\sqrt{x}$	$\sqrt{16}$	[2nd] [$\sqrt{\ }$] 16 [ENTER]	$\sqrt{16}$ 4
x^{-1}	1/4	4 [x^{-1}] [ENTER]	4^{-1} .25
Potenzen	2^5	2 [^] 5 [ENTER]	2 ^ 5 32
Wurzeln	$\sqrt[5]{32}$	32 [^] 5 [x^{-1}] [ENTER]	32 ^5^{-1} 2
sin, cos, tan	sinπ	[SIN] [2nd] [π] [ENTER]	sin π 0
$\sin^{-1}$, $\cos^{-1}$, $\tan^{-1}$	$\sin^{-1}$ 1	[2nd] [SIN^{-1}] 1 [ENTER]	$\sin^{-1}$ 1 1.570796327
log, ln	ln 1	[LN] 1 [ENTER]	ln 1 0
10^x, e^x	e^2	[2nd] [e^x] 2 [ENTER]	e^2 7.389056099
abs	|-1.2|	[2nd] [ABS] [(-)] 1.2 [ENTER]	abs -1.2 1.2

Anmerkungen

x^{-1} ist gleich dem Reziprokwert 1/x.

Dagegen sind **sin**$^{-1}$, **cos**$^{-1}$, **tan**$^{-1}$ die trigonometrischen Umkehrfunktionen arcsin, arcos, arctan.

Eine negative Zahl läßt sich nicht im Bereich der reellen Zahlen zu einer gebrochenen Potenz erheben.

Die Konstante Pi

Pi ist im Rechner als Konstante gespeichert. Mit den Tasten 2nd [π] haben Sie Zugang zu dieser Konstante und in der Anzeige erscheint das Symbol π. In Berechnungen wird die Zahl 3.14159265359 verwendet.

Das MATH-Menü

Mit der Taste [MATH] haben Sie Zugang zu weiteren mathematischen Funktionen, die nicht über das Tastenfeld zu erreichen sind. Das MATH-Menü enthält vier Rubriken, die nach Funktionstypen geordnet sind: mathematische und numerische Funktionen, Hyperbelfunktionen und Funktionen zur Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Das MATH-Menü

Rubriken und Optionen	Beschreibung
MATH NUM HYP PRB	
1: R►P(	Umwandlung Rechtwinklige->Polarkoord.
2 : P►R(	Umwandlung Polarkoord. ->Rechtw. Koord.
3 : 3	Kubik
4 : $\sqrt[3]{}$	Kubikwurzel
5 : !	Fakultät
6 : °	Anzeige in Gradmaß
7 : ^{r}	Anzeige in Bogenmaß (rad)
8 : NDeriv(	Numerische Differentiation
MATH **NUM** HYP PRB	
1: Round(	Gerundeter Wert
2 : IPart	Ganzzahliger Anteil
3 : FPart	Dezimalteil
4 : Int	Nächstkleinere ganze Zahl
MATH NUM **HYP** PRB	
1: sinh	Hyperbolischer Sinus
2 : cosh	Hyperbolischer Cosinus
3 : tanh	Hyperbolischer Tangens
4 : $sinh^{-1}$	Hyperbolischer Arkussinus
5 : $cosh^{-1}$	Hyperbolischer Arkuscosinus
6 : $tanh^{-1}$	Hyperbolischer Arkustangens
MATH NUM HYP **PRB**	
1: Rand	Generator von Zufallszahlen
2 : nPr	Anzahl von Permutationen P $\binom{n}{r}$
3 : nCr	Anzahl von Kombinationen C $\binom{n}{r}$

Anmerkungen zu dem MATH-Menü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Der Name der gewählten Option im MATH-Menü erscheint an der Stelle, wo der Cursor sich in dem Eingabeausdruck befand.

Verlassen des MATH-Menüs

Wenn Sie keine Option anwählen wollen, verlassen Sie das MATH-Menü auf eine der folgenden Arten:

- Wählen Sie ein anderes Display durch Drücken der entsprechenden Taste, z. B. [Y=] oder [GRAPH].
- Drücken Sie [2nd] [QUIT], um zum Eingabedisplay zurückzukehren.
- Drücken Sie Taste [CLEAR], um zum vorhergehenden Display zurückzukehren.

Mathematische Funktionen: MATH-Rubrik

Um die MATH-Rubrik in die Anzeige zu bringen, drücken Sie [MATH] . Die nachstehenden Beispiele gelten für Standardwerte im MODE-Menü.

MATH Operation	Beispiel	Tasteneingabe	Anzeige
1 : R► P(	(X = -1, Y = 0) umwandeln in (R, θ), R ausgeben θ ausgeben	[MATH] <R► P(> [(-)] 1 [ALPHA] [,] 0 [)] [ENTER] [ALPHA] [θ] [ENTER]	R► P(R► P(-1,0) 1 θ 3.141592654
2 : P► R	(R= 1, θ = π) umwandeln in (X,Y), X ausgeben Y ausgeben	[MATH] <P► R(> 1 [ALPHA] [,] [2nd] [π] [)] [ENTER] [ALPHA] [Y] [ENTER]	P► R(P► R(1,π) -1 Y 0
3 : ^{3}	5^3	5 [MATH] <^{3}> [ENTER]	5^3 125
4 : $^3\sqrt{\ }$	$^3\sqrt{125}$	[MATH] <$^3\sqrt{\ }$>125 [ENTER]	$^3\sqrt{125}$ 5
5 : !	6!	6 [MATH] <!> [ENTER]	6! 720
6 : °	sin 45°	[SIN] 45 [MATH] <°> [ENTER]	sin 45° .7071067812
7 : ^{r}	sin 2 (in Bogenmaß)	[SIN] 2 [MATH] <^{r}> [ENTER]	sin 2^r .9092974268
8 : NDeriv(	f '(5) schätzen, wenn $f(X) = X^3$ und $\Delta X = .001$	5 [STO►] [X] [ENTER] [MATH] <NDeriv(> [ALPHA] [X] [MATH] <^{3}> [ALPHA] [,].001 [)] [ENTER]	5 -> X 5 NDeriv(NDeriv(X^3 NDeriv(X^3,.001 75.000001

Anmerkungen zu Operationen der MATH-Rubrik

Eine Option im MATH-Menü wählen Sie mit den Tasten [▼] bzw. [▲], sowie [ENTER] oder direkt über die Nummer der Option.

In Anhang A finden Sie die Position der Argumente in jeder Funktion beschrieben.

R ► P(erfordert zwei durch Komma getrennte Argumente. Das erste ist der Abszissenwert X und der Ordinatenwert Y eines Punktes im rechtwinkligen Koordinatensystem. Die Funktion speichert die umgewandelten Koordinatenwerte in den Variablen R und θ.

P ► R(erfordert zwei durch Komma getrennte Argumente. Das erste ist der Radius R und das zweite der Winkel θ eines Punktes im Polar-Koordinatensystem. Die Funktion speichert die umgewandelten Koordinatenwerte in den Variablen X und Y.

Grad (°) -oder Bogenmaß (ʳ) -Notation ermöglichen, ein Argument im Gradmaß oder Bogenmaß zu nennen, unabhängig von der zuvor gewählten Winkeleinheit.

NDeriv(erfordert zwei durch Komma getrennte Argumente. Das erste Argument ist ein Ausdruck in Abhängigkeit von X. Das zweite Argument ist ΔX. Das Ergebnis dieser numerischen Differentiation ist die Steigung der Sekante durch die Punkte (X - ΔX,f (X -ΔX)) und (X + ΔX,f (X + ΔX)für den betrachteten Abszissenwert X. Wenn ΔX kleiner wird, wird die Annäherung genauer.

Anmerkung: **NDeriv(** ergibt ein irrtümliches oder ungültiges Ergebnis, wenn die Funktion f(X) an der Stelle X nicht differenzierbar ist.

Numerische Funktionen: NUM-Rubrik

Um die NUM-Rubrik in die Anzeige zu bringen, drücken Sie [MATH] [▶]. Die nachstehenden Beispiele gelten für Standardwerte im MODE-Menü.

NUM Operation	Beispiel	Tasteneingabe	Anzeige
1 : Round	- 23.45 abrunden auf Zehntel	[MATH] ▶ <Round> [(-)] 23.45 [ALPHA] [,] 1 [)] [ENTER]	Round(-23.45, 1) -23.5
2 : IPart	den ganzzahligen Anteil von - 23.45 finden	[MATH] ▶ <IPart> [(-)]23.45 [ENTER]	IPart -23.45 -23
3 : FPart	den Dezimalteil von - 23.45 finden	[MATH] ▶ <FPart> [(-)]23.45 [ENTER]	FPart -23.45 -.45
4 : Int	die nächstkleinere ganze Zahl in - 23.45 finden	[MATH] ▶ <Int> [(-)]23.45 [ENTER]	Int -23.45 -24

Anmerkungen zu Operationen der NUM-Rubrik

Die Direktwahl der Operation ist möglich über die entsprechende Nummer. In Anhang A finden Sie die Position der Argumente in jeder Funktion beschrieben.

Round(läßt zwei Argumente zu. Das erste Argument ist die Zahl, der Variablenname, der Ausdruck oder die Matrix, die abgerundet werden soll. Das zweite Argument ist fakultativ und gibt die Anzahl der Dezimalstellen an, auf die gerundet wird. Ohne Eingabe des zweiten Arguments wird die Zahl auf zehn Stellen abgerundet.

Die Rundungsfunktion **Round(** kann auch bei Matrizen benutzt werden. Das Berechnen des Ausdrucks **Round(**A],0)->[A] verwandelt [A] in eine Matrix mit ganzen Zahlen.

FPart bzw. **IPart** geben den Dezimalteil bzw. den ganzzahligen Anteil des Arguments an.

Int gibt die größte im Argument enthaltene ganze Zahl an. Das Ergebnis ist das gleiche wie **IPart** für positive Zahlen und negative ganze Zahlen, doch um eine ganze Zahl kleiner als **IPart** für negative gebrochene Zahlen.

Hyperbelfunktionen: HYP-Rubrik

Um die HYP-Rubrik in die Anzeige zu bringen, drücken Sie [MATH] [▶] [▶] . Die nachstehenden Beispiele gelten für Standardwerte im MODE-Menü.

HYP Operation	Beispiel	Tasteneingabe	Anzeige
1 : sinh	sinh.5	[MATH] [▶] [▶] <sinh> .5 [ENTER]	sinh .5 .5210953055
2 : cosh	cosh.5	[MATH] [▶] [▶] <cosh> .5 [ENTER]	cosh .5 1.127625965
3 : tanh	tanh.5	[MATH] [▶] [▶] <tanh> .5 [ENTER]	tanh .5 .4621171573
4 : sinh^{-1}	sinh^{-1} 5	[MATH] [▶] [▶] <sinh^{-1}> 5 [ENTER]	sinh^{-1} 5 2.312438341
5 : cosh^{-1}	cosh^{-1} 5	[MATH] [▶] [▶] <cosh^{-1}> 5 [ENTER]	cosh^{-1} 5 2.29243167
6 : tanh^{-1}	tanh^{-1} .5	[MATH] [▶] [▶] <tanh^{-1}> .5 [ENTER]	tanh^{-1} .5 .5493061443

Anmerkungen zu Operationen der HYP-Rubrik

Die Direktwahl der Operation ist möglich über die entsprechende Nummer. In Anhang A finden Sie die Position der Argumente in jeder Funktion beschrieben.

sinh^{-1}, **cosh**$^{-1}$- bzw. **tanh**$^{-1}$ sind der hyperbolische Arkussinus, der hyperbolische Arkuscosinus bzw. der hyperbolische Arkustangens.

Wahrscheinlichkeitsrechnung: PRB-Rubrik

Um die PRB-Rubrik in die Anzeige zu bringen, drücken Sie [MATH] [◄] . Die nachstehenden Beispiele gelten für Standardwerte im MODE-Menü.

PRB Operation	Beispiel	Tasteneingabe	Anzeige
1 : Rand	3/Rand (Zufallszahl)	3 [÷] [MATH] [◄] <Rand> [ENTER]	3/Rand 3.17932202
2 : nPr	Permutationen	4 [MATH] [◄] <nPr> 3 [ENTER]	4 nPr 3 24
3 : nCr	Kombinationen	4 [MATH] [◄] <nCr> 3 [ENTER]	4 nCr 3 4

Anmerkungen zu Operationen der PRB-Rubrik

Die Direktwahl der Operation ist möglich über die entsprechende Nummer. In Anhang A finden Sie die Position der Argumente in jeder Funktion beschrieben.

Rand erzeugt eine Zahl, die größer als 0 und kleiner als 1 ist. Zur Kontrolle einer Zufallszahlenfolge speichern Sie zuerst einen Ausgangswert, eine ganze Zahl, als Zufallszahlengenerator. Um beispielsweise 0 in **Rand** zu speichern, drücken Sie 0 [STO►] [ALPHA] [MATH] [◄] <Rand> [ENTER]. Wenn 0 in **Rand** gespeichert wird, benutzt der Rechner den eingegebenen Standardwert. Bei Abschalten des TI-81 wird **Rand** auf die Standardgrundeinstellung rückgesetzt.

Die Argumente von nPr und nCr müssen positive ganze Zahlen sein.

Vergleichsoperationen: TEST-Menü

Durch Drücken der Tasten [2nd] [TEST] haben Sie Zugang zu dem TEST-Menü, mit dem Sie zwei Werte oder Ausdrücke vergleichen können und als Rückmeldung den Wert 1 bei richtigem Test oder 0 bei falschem Test erhalten.

TEST-Menü

Option	Bedeutung
TEST	
1 : =	Gleich
2 : ≠	Ungleich
3 : >	Größer als
4 : ≥	Größer oder gleich
5 : <	Kleiner als
6 : ≤	Kleiner oder gleich

Anmerkungen zu dem TEST-Menü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Der Name der gewählten Option im TEST-Menü erscheint an der Stelle, wo der Cursor sich in dem Eingabeausdruck befand.

Durch Drücken von [ENTER] oder bei Ausführen des Programms wird der Ausdruck mit dem Vergleichsoperator bewertet. Nach der Berechnung vergleicht jeder Test den Wert oder den berechneten Ausdruck zu beiden Seiten des Operators und meldet den Wert 1 bei richtigem Test oder 0 bei falschem Test zurück.

Verlassen des TEST-Menüs

Wenn Sie keine Option anwählen wollen, verlassen Sie das TEST-Menü auf eine der folgenden Arten:

- Wählen Sie ein anderes Display durch Drücken der entsprechenden Taste, z. B. [Y=] oder [GRAPH].
- Drücken Sie [2nd] [QUIT], um zum Eingabedisplay zurückzukehren.
- Drücken Sie Taste [CLEAR], um zum vorhergehenden Display zurückzukehren.

Benutzung der Vergleichsoperatoren

Um das TEST-Menü in die Anzeige zu bringen, drücken Sie [2nd] [TEST]. Vor dem Durcharbeiten der Beispiele speichern Sie den Wert 8 in der Variablen J. Die nachstehenden Beispiele gelten für Standardwerte im MODE-Menü.

TEST Operation	Beispiel	Tasteneingabe	Anzeige
1 : =	J = 8?	[ALPHA] [J] [2nd] [TEST] <=> 8 [ENTER]	J = 8 1
2 : ≠	J ≠ 8?	[ALPHA] [J] [2nd] [TEST] <≠> 8 [ENTER]	J ≠ 8 0
3 : >	J > 8?	[ALPHA] [J] [2nd] [TEST] <>> 8 [ENTER]	J > 8 0
4 : ≥	J ≥ 8?	[ALPHA] [J] [2nd] [TEST] <≥> 8 [ENTER]	J ≥ 8 1
5 : <	J < 8?	[ALPHA] [J] [2nd] [TEST] <<> 8 [ENTER]	J < 8 0
6 : ≤	J ≤ 8?	[ALPHA] [J] [2nd] [TEST] <≤> 8 [ENTER]	J ≤ 8 1

Anmerkungen zu den Operationen des TEST-Menüs

In Anhang A finden Sie die Position der Argumente in jeder Funktion beschrieben.

Im EOS™-Hierarchiesystem stehen Vergleichsoperationen auf der niedrigsten Stufe.

- Der Ausdruck 2+2=2+3 ergibt 0. Der TI-81 führt zuerst die Addition durch und vergleicht dann 4 mit 5.
- Der Ausdruck 2+(2=2)+3 ergibt 6. Der TI-81 führt zuerst den Test durch, weil er in Klammern steht, und addiert dann 2, 1 und 3.

Tests können bei der Programmierung benutzt werden, um den Programmfluß zu lenken (siehe Seite 8-12). Sie können auch zur Kontrolle der graphischen Darstellung einer Funktion benutzt werden. (siehe Seite 9-5).

Kapitel 3: Graphische Darstellung von Funktionen

In diesem Kapitel wird ausführlich beschrieben, wie der TI-81 zur graphischen Darstellung von Funktionen benutzt wird. Es liefert die Grundlage für die Benutzung weiterer Graphikfunktionen des Rechners.

Inhaltsverzeichnis

Graphische Darstellung

Bevor eine Graphik angezeigt und untersucht werden kann, ist er zu definieren durch Konfigurieren der Optionen, Eingabe und Wahl der darzustellenden Funktionen und Festlegen der Parameter des Darstellungsbereichs.

Definition einer Graphik

Vier Schritte stehen zur Definition der Graphik zur Verfügung, die jedoch nicht in jedem Fall alle notwendig sind. Die Schritte sind hier kurz beschrieben; ausführlichere Information finden Sie auf den folgenden Seiten.

1. *Wählen Sie die entsprechenden Optionen im MODE-Menü.*

2. *Geben Sie eine Funktion in der Y=-Liste ein. Benutzen Sie hierzu die mathematischen Funktionen des Tastenfeldes oder des MATH-Menüs.*

3. *Wählen Sie die darzustellende(n) Funktion(en) in der Y=-Liste.*

4. *Legen Sie die Parameter des Darstellungsbereichs fest durch Eingabe der Bereichsvariablen im RANGE-Menü oder benutzen Sie die Voreinstellung.*

Nach der Definition der Graphik können Sie sie in die Anzeige bringen und mit Hilfe verschiedener Rechneroptionen das Verhalten der Funktion(en) untersuchen. Eine Beschreibung der Optionen finden Sie an anderer Stelle in diesem Kapitel.

Wahl der Graphikoptionen

Mit Taste [MODE] lassen sich die im MODE-Menü gewählten Optionen einblenden (siehe dazu die Seiten 1-19 und 1-20). Die gewählten Optionen können im MODE-Menü geändert werden (siehe Seite 1-17).

Anzeige der Graphikoptionen

Drücken Sie [MODE], um die Optionen des MODE-Menüs anzuzeigen. Die gewählten Optionen werden in Inversvideo angezeigt.

Um Funktionen graphisch darzustellen, wählen Sie <Function>. Nicht alle Optionen gelten für die graphische Darstellung von Funktionen. Folgende Optionen stehen Ihnen für graphische Darstellungen zur Verfügung:

Option	Beschreibung
Rad Deg	Winkelmaß
Function Param	Darstellung als Funktionskurve oder als Parameterkurve
Connected Dot	Darstellung der Punkte mit oder ohne Verbindungslinien
Sequence Simul	Zeichenmethode der gewählten Funktionen
Grid off Grid on	Wahl der Option Gitterpunkte
Rect Polar	Koordinatentyp der Graphik

Ändern einer Option

Zum Ändern einer Option gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Mit den Cursortasten [▼] oder [▲] bewegen Sie den Cursor bis zur betreffenden Zeile. Die Option an der Cursorstelle blinkt.

2. Mit den Cursortasten [▶] oder [◀] bewegen Sie den Cursor bis zur gewünschten Option.

3. Mit Taste [ENTER] wählen Sie die blinkende Option.

Verlassen des MODE-Displays

Nach Einstellen der gewünschten Optionen können Sie das MODE-Display auf zwei Arten verlassen :

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [Y=] oder [GRAPH].
- Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

Liste der Y=-Funktionen

Mit der [Y=] -Taste haben Sie Zugang zu dem Y=-Anzeigebildschirm, in das Sie die graphisch darzustellende Funktion eingeben. Der TI-81 kann bis zu vier Funktionen gleichzeitig speichern und eine oder mehrere dieser Funktionen als Kurve auf dem Anzeigebildschirm darstellen.

Anzeigen der Funktionen in der Y=-Liste

Durch Drücken der [Y=] -Taste wird der Y=-Anzeigebildschirm eingeblendet. Im untenstehenden Beispiel ist bisher nur die Y1-Funktion definiert.

```
:Y1=X²+2X+5
:Y2=
:Y3=
:Y4=
```

Definieren einer Funktion

Um einen Ausdruck in die Liste der Y=-Funktionen einzugeben und so eine neue Funktion zu definieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Mit den Cursortasten [▼] bzw. [▲] bewegen Sie den Cursor bis zu einer nicht definierten Funktion.

2. Geben sie den Ausdruck für die Funktion in die Y=-Liste ein.

   - Dieser Ausdruck kann Variablen, Matrixelemente oder mathematische und trigonometrische Funktionen enthalten.

   - Die unabhängige Variable in der Funktion muß X sein. Sie kann mit der Taste [X/T] statt mit [ALPHA] [X] eingegeben werden. (Die <Function>-Option im MODE-Menü definiert X als unabhängige Variable).

   - Der Ausdruck wird in der Liste der Y=-Funktionen als eine der vier vom Anwender definierten Funktionen gespeichert.

3. Nach vollständiger Eingabe des Ausdrucks drücken Sie [ENTER], um zur nächsten Funktion zu gehen.

Bearbeitung eines Funktionsausdrucks

Um eine Funktion der Y=-Liste zu bearbeiten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie den Cursor mittels der Cursortasten [▼] und [▲] auf die zu ändernde Funktion.

2. Führen Sie Änderungen auf eine der folgenden Arten durch:

   - Mit den Cursortasten [▶] oder [◀] positionieren Sie den Cursor auf dem zu ändernden Symbol. Dann geben Sie das neue Symbol ein oder ändern mit den Tasten [INS] oder [DEL].

   - Mit Taste [CLEAR] löschen Sie den Ausdruck und geben dann den neuen Ausdruck ein.

   Der Ausdruck wird in der Liste der Y=-Funktionen als eine der vier vom Anwender definierten Funktionen gespeichert.

3. Nach vollständiger Eingabe des Ausdrucks drücken Sie [ENTER], um zur nächsten Funktion zu gehen.

Löschen einer Funktion

Um eine Funktion in der Y=-Liste zu löschen, positionieren Sie den Cursor an einem beliebigen Punkt der Funktion und drücken [CLEAR].

Verlassen der Y=-Funktionsliste

Nach dem Definieren der Funktionen verlassen Sie die Y=-Liste auf eine der folgenden Arten:

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [GRAPH] oder [RANGE].

- Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

Wahl von Funktionen

Nur ausgewählte Funktionen können graphisch dargestellt werden. Bis zu vier Funktionen können gleichzeitig ausgewählt werden.

Aktivieren oder Deaktivieren einer Funktion

Sie können eine Funktion der Y=-Liste aktivieren oder deaktivieren. Nach der Wahl einer Funktion erscheint das =Zeichen in Inversvideo.

Um ein Funktion zu aktivieren oder zu deaktivieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wenn die Y=-Liste nicht eingeblendet ist, drücken Sie [Y=], um sie in die Anzeige zu bringen.
2. Bewegen Sie den Cursor zur gewünschten Funktion.
3. Mit der Cursortaste [◀] positionieren Sie den Cursor auf dem =Zeichen der Funktion.
4. Verändern Sie den Status mit [ENTER].
5. Nach Anwahl der Funktionen verlassen Sie die Y=-Liste auf eine dieser Arten:
   - Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [GRAPH] oder [RANGE].
   - Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

Anmerkung: Eingabe oder Bearbeitung einer Funktion ist automatisch mit ihrer Aktivierung verbunden. Umgekehrt bedingt das Löschen einer Funktion ihre Deaktivierung.

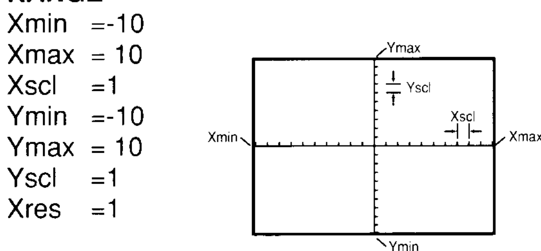
Definition des Darstellungsbereichs

Die Variablen im RANGE-Menü definieren die Grenzenwerte und weitere Merkmale des Darstellungsbereichs. Der TI-81 zeigt den Ausschnitt der Koordinatenebene, der durch Xmin, Xmax, Ymin und Ymax definiert ist.

Einblenden des Darstellungsbereichs

Drücken Sie [RANGE], um die im RANGE-Menü gewählten Bereichsvariablen einzublenden. Die folgenden Werte sind die Standardwerte.

RANGE



Xres ist eine ganze Zahl zwischen 1 und 8, die die Zeichengeschwindigkeit angibt. Sie löschen die Achseneinteilungen, indem Sie **Xscl** oder **Yscl** auf Null setzen.

Ändern des Darstellungsbereichs

Um einen Wert im RANGE-Menü zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie den Cursor mittels der Cursortasten [▼] und [▲] auf den zu ändernden Bereichswert.

2. Geben Sie den neuen Wert auf eine dieser Arten ein:

   - Geben Sie einen neuen Wert ein. Der vorherige Wert wird automatisch durch die Eingabe des neuen gelöscht.

   - Mit den Cursortasten [▶] oder [◀] positionieren Sie den Cursor auf der zu ändernden Stelle. Dann geben Sie den neuen Wert ein oder ändern mit den Tasten [INS] oder [DEL] .

3. Nach dem Ändern des Wertes drücken Sie [ENTER]. Der Cursor geht zum nächsten Wert.

Anmerkung: **Xmin** bzw. **Ymin** müssen kleiner als **Xmax** bzw. **Ymax** sein. Sonst wird beim Drücken von [GRAPH] die Meldung **ERROR 11 RANGE** angezeigt.

Verlassen des RANGE-Menüs

Nach dem Ändern der Bereichsvariablen verlassen Sie das RANGE-Menü auf eine der folgenden Arten:

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [GRAPH] oder [Y=].
- Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

Darstellen eines Funktionsgraphen

Durch Drücken von [GRAPH] werden alle in der Y=-Liste aktivierten Funktionen graphisch dargestellt. Dabei werden die im MODE-Menü gewählten Optionen und der im RANGE-Menü festgelegte Darstellungsbereich berücksichtigt.

Der Graphikbildschirm

Drücken Sie [GRAPH], um die aktivierte(n) Funktion(en) anzuzeigen. Während die Kurve gezeichnet wird, zeigt das dunkle Quadrat oben rechts die laufende Verarbeitung an.

Der Variablenwert **Xres** legt die Zeichengeschwindigkeit und damit die Auflösung der Graphik fest. Bei **Xres** gleich 1 wird die Funktion für jeden Punkt der x-Achse berechnet und gezeichnet (96 Punkte entsprechen 96 Pixel in der Anzeige). Bei **Xres** gleich 2 wird jeder zweite Punkt berechnet und gezeichnet, und so weiter.

Beim Zeichnen einer Kurve aktualisiert der TI-81 die Variablen X und Y für jeden Koordinatenpunkt.

Anmerkung: Während des Zeichnens einer Kurve können Sie den Vorgang mit [ON] unterbrechen. Durch Drücken von [GRAPH] wird die Graphikfunktion erneut aktiviert.

Die" Smart Graph"-Funktion

Die "Smart Graph"-Funktion im Rechner verbindet die gewählten Optionen, die Funktionen und ihre Variablen und die Variablenwerte mit der Darstellung in der Anzeige. Beim Abändern eines dieser Werte wird unter Berücksichtigung dieser neuen Werte die Graphik erneut gezeichnet.

Falls kein Wert abgeändert wurde, wird durch die "Smart Graph"-Funktion beim Drücken von [GRAPH] die Graphik automatisch angezeigt.

Beim Drücken von GRAPH werden die Funktionen sowie die Kurve neu berechnet, wenn Sie mindestens eine der folgenden Operationen durchgeführt haben:

- Ändern einer auf graphische Darstellungen wirksamen Option im MODE-Menü.
- Ändern der Funktion.
- Aktivieren oder Deaktivieren einer Funktion.
- Ändern der Variablenwerte in einer aktivierten Funktion.
- Ändern einer Variablen im RANGE-Menü.
- Löschen von gezeichneten Elementen mit der Option <ClrDraw> (siehe Kap. 5).

Untersuchen einer Graphik mit dem Cursor

Bei eingeblendeter Graphik kann der Cursor beliebig bewegt werden und die Koordinaten in jedem Punkt angeben.

Cursorbewegungen

Mit den Cursortasten [◀], [▶], [▼] und [▲] können Sie den Cursor beliebig über den Bildschirm bewegen. Bei der ersten Anzeige der Graphik ist der Cursor nicht sichtbar. Durch Drücken der Cursortasten bewegt sich der Cursor vom Zentrum des Anzeigefensters aus.

Beim Cursorbewegen werden die Koordinatenwerte für die Cursorposition unten in der Anzeige eingeblendet. Koordinatenwerte werden im allgemeinen im Gleitkommaformat angezeigt. Die Wahl der Option zur numerischen Anzeige im MODE-Menü hat keinen Einfluß auf die Anzeige der Koordinaten.

Bei Wahl der Option <Rect> werden die rechtwinkligen Koordinaten X und Y automatisch aktualisiert und bei jedem Cursorbewegen angezeigt. Bei Wahl der Option <Polar> werden die Koordinaten R und θ aktualisiert und angezeigt.

Sie können durch Drücken von [GRAPH] oder [ENTER] während der Graphikanzeige den Cursor und die Koordinaten ausblenden. Durch Drücken einer Cursortaste bewegt sich der Cursor erneut sichtbar vom Zentrum des Anzeigefensters aus, wenn Sie die Taste [GRAPH] gedrückt haben, oder vom selben Punkt aus, wenn Sie die Taste [ENTER] gedrückt haben.

Anmerkung: Der freibewegliche Cursor bewegt sich von Pixel zu Pixel auf dem Graphikbildschirm. Beim Bewegen des Cursors zu einem Punkt, der scheinbar auf dem Funktionsgraphen liegt, kann der Punkt in der Nähe liegen, aber nicht genau auf dem Funktionsgraphen. Daher sind die unten in der Anzeige eingeblendeten Koordinaten nicht die eines Punktes der Funktion. Benutzen Sie die [TRACE] -Taste zum Bewegen des Cursors entlang einer Funktion (siehe folgende Seite).

Untersuchen einer Graphik mit dem TRACE-Befehl

Mit dem TRACE-Befehl tastet der Cursor den Funktionsgraphen ab, wobei die Koordinaten unten in der Anzeige eingeblendet werden.

TRACE in Gang setzen

Nach Drücken von [TRACE] beginnen Sie das Bewegen des Cursors auf dem Funktionsgraphen. Wenn die Graphik nicht eingeblendet ist, bringt der TI-81 sie automatisch in die Anzeige. Der Cursor blinkt auf der ersten gewählten Funktion der Y=-Liste für einen X-Wert im Zentrum der Anzeige.

Cursorbewegen auf einem Funktionsgraphen

Mit den Cursortasten [◄] bzw. [►] bewegen Sie den Cursor auf dem Funktionsgraphen. Durch jedes Drücken einer Cursortaste wird der Cursor um einen Bildpunkt verschoben und die Variablenwerte X und Y für Rechtwinklige Koordinaten (R und θ für Polarkoordinaten) werden aktualisiert und angezeigt.

Der Y-Wert wird mittels des X-Wertes berechnet. Wenn die Funktion für gewisse X-Werte nicht definiert ist, wird der Y-Wert leer gelassen.

Beispiel : $\sqrt{x}$ für $x < 0$.

Wenn der Y-Wert einer Funktion über oder unter dem Anzeigefenster liegt, verschwindet der Cursor beim Bewegen in diesem Teil der Funktion. Die unten in der Anzeige eingeblendeten Koordinatenwerte werden jedoch weiterhin bei jeder Cursorbewegung aktualisiert.

Schwenken des Darstellungsbereichs nach links oder nach rechts

Wenn der Cursor beim Abtasten einer Funktionskurve in eine Ecke geführt wird und sich jenseits der Grenzwerte befindet (**Xres** ist gleich 1), schwenkt der Darstellungsbereich automatisch nach links oder nach rechts, so daß Sie die Funktionskurve weiterhin verfolgen können. Die Bereichsvariablen **Xmin** und **Xmax**, größter bzw. kleinster Wert für X, werden aktualisiert, um dem neuen Darstellungsbereich zu entsprechen.

Übergehen zu einem anderen Funktionsgraphen

Um den Graphen einer anderen Funktion abzutasten, drücken Sie [▼] bzw. [▲] und positionieren Sie den Cursor auf der gewählten Funktion. Das Springen des Cursors geschieht gemäß dem Auswahlbefehl der Funktionen in der Y=-Liste und nicht gemäß der Reihenfolge ihres Einblendens in die Anzeige. Der Cursor springt zur neuen Funktion im gleichen X-Wert.

Verlassen der TRACE-Funktion

Nach dem Untersuchen der Kurven verlassen Sie die TRACE-Funktion auf eine der folgenden Arten:

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [GRAPH] oder [ZOOM].
- Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

Untersuchen einer graphischen Darstellung mit den ZOOM-Optionen

Mit der ZOOM-Taste haben Sie Zugang zu den Optionen, mit denen Sie den Darstellungsbereich des Graphen festlegen.

Das ZOOM-Menü

Option	Bedeutung
ZOOM	
1 : Box	Zeichnet Rahmen für Darstellungsbereich
2 : Zoom In	Bildvergrößerung um den Cursor
3 : Zoom Out	Bildverkleinerung um den Cursor
4 : Set Factors	Ändern der Zoom-In-, Zoom-Out-Faktoren
5 : Square	Orthonormierte Achseneinteilung
6 : Standard	Standardwerte für Bereichsvariablen
7 : Trig	Trigonometrische Werten für Bereichsvariablen
8 : Integer	Ganze Werte für X- und Y-Achse

Anmerkungen zum ZOOM-Menü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Die Optionen <Box>, <Zoom In>, <Zoom Out> und <Integer> zeichnen erst nach Drücken von ENTER den Graphen im neuen Darstellungsbereich. <Square>, <Standard> und <Trig> zeichnen den neuen Graphen sofort nach Ihrer Menüwahl.

Mit der Option <Set Factors> können die Zoom In und Zoom Out-Faktoren geändert werden.

Beim Ausführen dieser Befehle aktualisiert der TI-81 die Bereichsvariablen und zeigt den Graphen gemäß den neuen Werten an.

Die Box-Option

In der Box-Option wählt der Cursor die diagonal gegenüberliegenden Ecken eines Vierecks. Der TI-81 zeichnet die Kurven daraufhin neu und benutzt diesen Ausschnitt als neuen Darstellungsbereich.

Verfahren

Um eine Detailvergrößerung der Graphik einzublenden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Option <Box> im ZOOM-Menü.

   Sie sehen, daß der Cursor im Zentrum der Anzeige positioniert ist. Die veränderte Cursorform zeigt an, daß Sie mit dem ZOOM-Menü arbeiten.

2. Positionieren Sie den Cursor auf eine der Ecken des Bildausschnittes, den Sie wählen möchten. Dann drücken Sie [ENTER].

   Wenn Sie den Cursor von dem gewählten Punkt wegbewegen, sehen Sie dort einen kleinen quadratischen Punkt; er zeigt an, daß die erste Ecke gewählt ist.

3. Bewegen Sie den Cursor zur diagonal gegenüberliegenden Ecke des gewünschten Darstellungsbereichs. Die Umrisse des neuen Darstellungsbereichs werden bei jedem Bewegen des Cursors angezeigt.

   Anmerkung: Sie können die Option <Box> im ZOOM-Menü jederzeit annullieren, solange Sie nicht [ENTER] gedrückt haben. Dazu stehen Ihnen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

   - Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [GRAPH] oder [ZOOM].

   - Sie kehren durch Drücken vonr [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

4. Drücken Sie [ENTER], wenn der gewünschte Bildausschnitt definiert ist.

   Der TI-81 aktualisiert die Bereichsvariablen und zeichnet die Kurven im neuen Darstellungsbereich, der mit der Option <Box> definiert wurde.

Die Zoom In-Option

Die Zoom In-Option ermöglicht eine Vergrößerung des Graphen. XFact und YFact geben die Vergrößerungsfaktoren an.

Verfahren

1. Nach eventueller Kontrolle und Änderung der Option <Set Factors> (siehe Seite 3-19) wählen Sie die Option <Zoom In> im ZOOM-Menü.

   Die veränderte Cursorform zeigt an, daß Sie sich im ZOOM-Menü befinden.

2. Positionieren Sie den Cursor in dem Punkt, den Sie als Zentrum des neuen Darstellungsbereichs gewählt haben. Dann drücken Sie [ENTER].

   Der Rechner ändert den Darstellungsbereich gemäß den Faktoren **XFact** und **YFact**, aktualisiert die Bereichsvariablen und zeichnet die Kurven für die gewählten Funktionen mit der Cursorstelle als Mittelpunkt neu.

3. Um erneut einen Makroausschnitt zu erhalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

   - Um einen vergrößerten Ausschnitt am selben Punkt zu erhalten, drücken Sie [ENTER].

   - Um einen vergrößerten Ausschnitt in einem anderen Punkt zu erhalten, bewegen Sie den Cursor bis zu dem als Zentrum des neuen Darstellungsbereichs gewählten Punkt und drücken [ENTER].

Verlassen der Zoom In-Option

Sie können diese Option auf eine der folgenden Arten verlassen:

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [TRACE] oder [GRAPH].

- Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

Die Zoom Out-Option

Die Zoom Out-Option ermöglicht eine Verkleinerung der Graphik und somit einen umfassenderen Ausschnitt. XFact und YFact geben die Verkleinerungsfaktoren an.

Verfahren

1. Nach eventueller Kontrolle und Änderung der Option <Set Factors> (siehe Seite 3-19) wählen Sie die Option <Zoom Out> im ZOOM-Menü.

   Die veränderte Cursorform zeigt an, daß Sie sich im ZOOM-Menü befinden.

2. Positionieren Sie den Cursor in dem Punkt, den Sie als Zentrum des neuen Darstellungsbereichs gewählt haben. Dann drücken Sie [ENTER] .

   Der Rechner ändert den Darstellungsbereich gemäß den Faktoren **XFact** und **YFact**, aktualisiert die Bereichsvariablen und zeichnet die Kurven für die gewählten Funktionen mit der Cursorstelle als Mittelpunkt neu.

3. Um erneut einen verkleinerten Ausschnitt zu erhalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

   - Um einen verkleinerten Ausschnitt am selben Punkt zu erhalten, drücken Sie [ENTER].

   - Um einen verkleinerten Ausschnitt in einem anderen Punkt zu erhalten, bewegen Sie den Cursor bis zu dem als Zentrum des neuen Darstellungsbereichs gewählten Punkt und drücken [ENTER].

Verlassen der Zoom Out-Option

Sie können diese Option auf eine der folgenden Arten verlassen:

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [TRACE] oder [GRAPH].

- Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

Die Set Factors-Option

Die Option <Set Factors> legt die Vergrößerungs- und Verkleinerungsfaktoren für die Optionen <Zoom In> und <Zoom Out> fest.

Die Faktoren XFact und YFact

Die Faktoren **XFact** und **YFact** sind positive Zahlen (nicht unbedingt ganze Zahlen) größer als oder gleich 1. Sie legen den Vergrößerungs- bzw. Verkleinerungsfaktor für ein Zoom In bzw. Zoom Out um einen gegebenen Punkt fest (siehe dazu die Seiten 3-17 und 3-18).

Kontrolle der Faktoren XFact und YFact

Um die aktuellen Werte der Zoom-Faktoren zu überprüfen, blenden Sie diese mit der Option <Set Factors> im ZOOM-Menü ein.

Das ZOOM FACTORS-Display erscheint in der Anzeige (untenstehende Werte sind Standardwerte).

```
ZOOM FACTORS
XFact=4
YFact=4
```

Ändern der Faktoren XFact und YFact

Wenn Sie die Faktoren **XFact** und **YFact** ändern möchten, gehen Sie auf eine der folgenden Arten vor:

- Sie geben einen neuen Wert ein. Der ursprüngliche Wert wird bei Eingabe eines neuen Wertes automatisch gelöscht.
- Sie positionieren den Cursor auf der Zahl, die Sie ändern wollen. Dann geben Sie den neuen Wert an dieser Stelle ein oder benutzen [DEL], um ihn zu löschen.

  Die neuen Werte werden gespeichert.

Verlassen der Set Factors-Option

Nachdem Sie die Faktoren **XFact** und **YFact** festgelegt haben, verlassen Sie die Option <Set Factors> auf eine der folgenden Arten:

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [GRAPH] oder [ZOOM].
- Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

Weitere Optionen im ZOOM-Menü

Vier Optionen im ZOOM-Menü geben den Bereichsvariablen ihre Grundeinstellung zurück oder benutzen Faktoren zur Veränderung der Bereichsvariablen. Die Auflösung Xres bleibt unverändert, außer wenn die Option Standard gewählt wird.

Option Square

Mit dieser Option zeichnet der TI-81 Kurven neu, indem er den Darstellungsbereich neu definiert auf der Basis der gewählten Bereichsvariablen, wobei die Achseneinheiten auf der X- und Y-Achse gleich sind. Die Werte **Xscl** und **Yscl** bleiben unverändert. Mithin ermöglicht diese Option das Zeichnen eines Kreises. (siehe Seite 3-26).

Der TI-81 zeichnet die Funktionskurven automatisch nach der Wahl der Option. Doch wird der Mittelpunkt des aktuellen Graphen (und nicht der Achsenschnittpunkt) zum Mittelpunkt des neuen Bildes.

Option Standard

Mit dieser Option gibt der TI-81 den Variablen im RANGE-Menü ihre Standardwerte und zeichnet die Kurven automatisch nach der Wahl der Option. Die Standardwerte der Bereichsvariablen sind die folgenden:

Xmin = -10	**Ymin** = -10	**Xres** = 1
Xmax = 10	**Ymax** = 10	
Xscl = 1	**Yscl** = 1	

Option Trig

Mit dieser Option gibt der TI-81 den Variablen im RANGE-Menü die Standardwerte für trigonometrische Funktionen und zeichnet die Kurven automatisch nach der Wahl der Option. Die trigonometrischen Werte der Bereichsvariablen im Bogenmaß sind die folgenden:

Xmin = -2π	**Ymin** = -3
Xmax = 2π	**Ymax** = 3
Xscl = $\pi/2$	**Yscl** = .25

Anmerkung: Die Anzeige blendet den numerischen Wert ein für 2π, 6.283185307, und $\pi/2$, 1.570796327.

Option Integer

Die Anwahl der Option <Integer> im ZOOM-Menü ermöglicht, den Cursor auf den als neuen Mittelpunkt gewählten Punkt zu positionieren und die Wahl mit [ENTER] zu bestätigen.

Der TI-81 definiert den Darstellungsbereich mit dem Cursorstandort als Mittelpunkt neu und zeichnet die Kurve mit den Punkten, für die die x/y-Koordinaten ganze Zahlen sind. **Xscl** und **Yscl** werden gleich 10 gesetzt.

RANGE-Variablen (Bereichsvariablen)

Für komplexere Anwendungen wie das Programmieren können Werte direkt in den RANGE-Variablen in der RNG-Rubrik im VARS-Menü gespeichert werden.

Speichern einer RANGE-Variablen

Um einen Wert in einer RANGE-Variablen zu speichern, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Geben Sie den zu speichernden Wert ein. Dieser Wert kann ein Ausdruck sein.

2. Drücken Sie [STO►] .

3. Drücken Sie [VARS] (Anzeigen des VARS-Menü), dann die Cursortaste [◄] (Anwahl der RNG-Rubrik).

```
XY Σ LR DIM RNG
1:Xmin
2:Xmax
3:Xscl
4:Ymin
5:Ymax
6:Yscl
7:Xres
8:Tmin
9:Tmax
0:Tstep
```

Die Optionen **Tmin**, **Tmax** und **Tstep** sind in Kapitel 4 beschrieben.

4. Drücken Sie die Zahl für die RANGE-Variable, in der Sie den Wert ablegen möchten. Der Variablenname wird an die Stelle kopiert, an der der Cursor sich in der Anweisung befand, die Sie aufbereiten.

5. Drücken Sie [ENTER], urn die Anweisung abzuschließen.

Nach Ausführung der Anweisung speichert der TI-81 den Wert in die RANGE-Variable ein.

Anmerkung: Sie können eine RANGE-Variable auch in einem Ausdruck aufrufen, indem Sie Schritt 3 und 4 in der RNG-Rubrik im VARS-Menü ausführen.

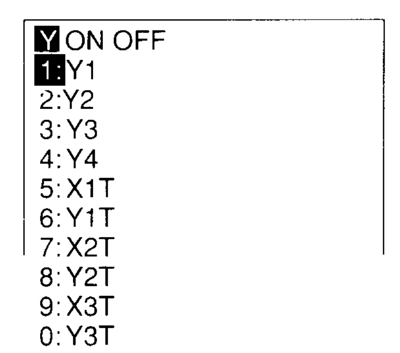
Y-VARS-Menü

Für weitere Anwendungen wie das Programmieren oder das Definieren von Funktionen mittels anderer Terme können diese Funktionen im Y-VARS-Menü unter einem Variablennamen gespeichert und aufgerufen werden. Dieses Menü kann auch dazu benutzt werden, um Funktionen in einem Programm zu aktivieren oder zu deaktivieren.

Benutzen einer Funktion in der Y=-Liste als Variable

Um den Namen einer Funktion der Y=-Liste als Variable zu benutzen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [2nd] [Y-VARS] um die Y-Rubrik im Y-VARS-Menü in die Anzeige zu bringen. Dann drücken Sie die Nummer der Variablen, die Sie anwählen wollen oder Sie bewegen mit der Cursortaste [▼] den Cursor auf die gewünschte Option und drücken [ENTER].



2. Die angewählte Variable wird an die Cursorstelle im Eingabedisplay kopiert.

3. Fahren Sie fort mit der Eingabe. Wenn der Ausdruck berechnet ist, wird der Wert der Funktion für den aktuellen X-Wert berechnet und benutzt.

Definieren von Funktionen

Um einen Ausdruck als Funktion in der Y=-Liste zu speichern, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [ALPHA] ["], geben Sie den Ausdruck ein, und drücken Sie erneut [ALPHA] ["].

2. Drücken Sie [STO►].

3. Drücken Sie [2nd] [Y-VARS], um die Y-Rubrik des Y-VARS-Menü anzuzeigen. Dann drücken Sie die Zahl der gewünschten Funktion.

4. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung abzuschließen.
   Die komplette Anweisung ist:

   "Ausdruck"->Yn (1 ≤ n ≤ 4)

Nach Ausführung der Anweisung speichert der TI-81 den Ausdruck in der Y=Liste, wählt die Funktion und blendet die Meldung **Done** ein.

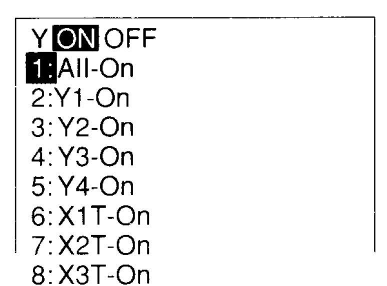
Die Rubriken ON/OFF im Y-VARS-Menü

Neben der Standardmethode, Funktionen in der Y=-Liste anzuwählen (siehe Seite 3-7), können Sie das Y-VARS-Menü auch zur Aktivierung oder Deaktivierung einer Funktion in dieser Liste benutzen. Beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

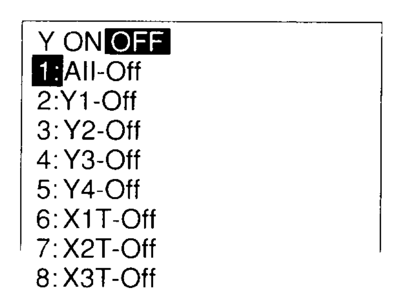
1. Drücken Sie [2nd] [Y-VARS], um die Rubriken des Y-VARS-Menü anzuzeigen.

2. Wählen Sie die Rubrik ON oder OFF.

   - Sie zeigen die ON-Rubrik im Y-VARS-Menü an, indem Sie die Cursortaste [▶] drücken.



- Sie zeigen die OFF-Rubrik im Y-VARS-Menü an, indem Sie die Cursortaste [◀] drücken.



3. Drücken Sie die Zahl der gewünschten Anweisung. Die Anweisung wird an die Cursorstelle im Eingabedisplay kopiert.

4. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung abzuschließen. Nach Ausführung der Anweisung werden die entsprechenden Funktionen der Y=-Liste gemäß der Anweisung aktiviert bzw. deaktiviert, und die Meldung **Done** wird angezeigt.

Beispiel: Das Zeichnen eines Kreises

Zeichen Sie im Rechner einen Kreis und benutzen dann die Option <Square> im ZOOM-Menü, um den Darstellungsbereich anzupassen.

Aufgabenstellung

Zeichnung eines Kreises mit dem Radius 10 und dem Koordinatenursprung als Mittelpunkt.

Lösung

Um einen Kreis zu zeichnen, müssen Sie getrennte Formeln für den oberen und unteren Teil des Kreises eingeben, da der Kreis keine Funktion ist. Benutzen Sie die Option <Connected> im MODE-Menü.

1. Drücken Sie [Y=] . Geben Sie die Ausdrücke für die Funktionen ein. Der obere Teil des Kreises ist definiert durch:

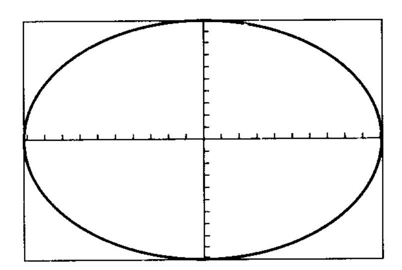
   $Y1 = \sqrt{(100\text{-}X^2)}$

   Der untere Teil des Kreises ist definiert durch:

   $Y2 = \text{-}Y1$ oder $Y2 = \text{-} \sqrt{(100\text{-}X^2)}$

   Anmerkung: Das Negativzeichen vor Y1 oder der Wurzel wird mit der Taste [(-)] eingegeben. Benutzen Sie [2nd] [Y-VARS], um Y1 einzugeben.

2. Drücken Sie Taste [ZOOM] und wählen die Option <Standard>. Mit dieser Option lassen sich den Bereichsvariablen schnell ihre Standardwerte zuordnen und die Funktionsgraphen können gezeichnet werden, ohne über Taste [GRAPH] zu gehen.



Sie können sehen, daß die Funktionen durch zwei Halbellipsen dargestellt sind.

3. Um die Achseneinteilungen in gleichmäßigen Abständen festzulegen, drücken Sie [ZOOM] und wählen die Option <Square>. Die Funktionsgraphen werden neugezeichnet und bilden jetzt zwei Halbkreise.

4. Um zu sehen, welche Auswirkung die Aktivierung der Option <Square> auf die Bereichsvariablen hat, drücken Sie [RANGE] : **Xmin**, **Xmax**, **Ymin** und **Ymax** haben neue Werte.

Kapitel 4: Graphische Darstellung von parametrischen Funktionen

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie der TI-81 zur graphischen Darstellung von parametrischen Funktionen benutzt wird. Bevor Sie diese Art von Graphen in Angriff nehmen, sollten Sie Kapitel 3 über die graphische Darstellung von Funktionen durchgearbeitet haben.

Inhaltsverzeichnis

Eingabe einer parametrischen Funktion

In parametrischen Funktionen werden die Koordinaten X und Y in Abhängigkeit von der unabhängigen Variablen T ausgedrückt. Der Rechner ermöglicht das Speichern von drei parametrischen Gleichungspaaren.

Verfahren

Das Verfahren beim Zeichnen von Kurven parametrischer Funktionen ist das gleiche wie bei anderen Funktionen. Die Unterschiede werden nachstehend beschrieben.

Wahl der Optionen im MODE-Menü

Durch Drücken von [MODE] werden die Optionen im MODE-Menü angezeigt. Die gewählten Optionen sind in Inversvideo zu sehen. Zum Zeichnen von Kurven parametrischer Funktionen wählen Sie die Option <Param> (siehe Seite 3-3) und geben danach die Werte der Bereichsvariablen oder der Komponenten der parametrischen Funktion an. Sie sollten hier die Option <Connected> wählen, um so einen sinnvollen (zusammenhängenden) Graph zu erhalten.

Anzeige parametrischer Gleichungen

Drücken Sie [Y=], um die Y=-Funktionsliste in die Anzeige zu bringen.



In dieser Anzeige werden X und Y-Koordinaten eingegeben und angezeigt. Bis zu drei Koordinatenpaare werden in bezug auf T definiert.

Eingabe von parametrischen Funktionen

Bei Eingabe der beiden Ausdrücke zur Definition einer neuen parametrischen Funktion gehen Sie wie auf Seite 3-5 beschrieben vor.

- Beide Koordinaten X und Y der Kurvenpunkte müssen als Gleichung definiert werden.
- Die unabhängige Variable in jeder Gleichung muß T sein. Sie kann mit der Taste [X/T] statt mit [ALPHA] [T] eingegeben werden. (Die MODE-Option <Param> definiert T als unabhängige Funktionsvariable).

Das Verfahren beim Anzeigen, Löschen und Verlassen des Menüs ist das gleiche wie bei anderen Funktionen (siehe Seite 3-6).

Aktivierung parametrischer Funktionen

Nur aktivierte parametrische Funktionen können graphisch dargestellt werden. Bis zu drei parametrische Gleichungen können jeweils aktiviert sein . Drücken Sie [Y=], um die Liste der Funktionen einzublenden und Gleichungen zu aktivieren oder zu deaktivieren. Nach der Wahl einer Funktion erscheint das =Zeichen in Inversvideo.

Um die Anwahl einer parametrische Funktion zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Positionieren Sie den Cursor auf dem =Zeichen der Gleichung für die X oder Y-Koordinate.
2. Durch Drücken von [ENTER] ändern Sie den Status. Dieses erfolgt bei beiden Komponenten X und Y gleichzeitig.

Anmerkung: Die Veränderung einer Komponente oder das Eingeben der beiden Terme einer Gleichung hat automatisch die Aktivierung dieser Funktion zur Folge.

Konfiguration der RANGE-Variablen

Drücken Sie [RANGE], um die aktuellen Bereichsvariablen anzuzeigen. Die untenstehenden Werte geben die Standardwerte der Option <Rad> im MODE-Menü. Beachten Sie, daß der Wert **Xres**, der für die Darstellung anderer Funktionen eingeblendet wurde, in diesem Menü nicht angezeigt wird. Doch finden Sie hier drei neue Variablen: **Tmin, Tmax** und **Tstep.**

Option	Beschreibung
RANGE	
Tmin = 0	Kleinster berechneter T-Wert
Tmax = 2π	Größter berechneter T-Wert
Tstep = π/30	Abstand zwischen berechneten T-Werten
Xmin = -10	Kleinster angezeigter X-Wert
Xmax = 10	Größter angezeigter X-Wert
Xscl = 1	Abstand zwischen den Einteilungspunkten der X-Achse
Ymin = -10	Kleinster angezeigter Y-Wert
Ymax = 10	Größter angezeigter Y-Wert
Yscl = 1	Abstand zwischen den Einteilungspunkten der Y-Achse

Anmerkung: Die Anzeige gibt für **Tmax** den numerischen Wert von 2π, gleich 6.283185307an, und für **Tstep** .104719755.

Bei der Änderung einer Bereichsvariablen im RANGE-Menü gehen Sie wie auf Seite 3-8 beschrieben vor.

Anzeige einer Graphik

Durch Drücken von [GRAPH] zeichnet der Rechner die Kurven für die aktivierten parametrischen Gleichungen. Er berechnet die Koordinaten X und Y in bezug auf jeden T-Wert (von **Tmin** bis **Tmax** in **Tstep**-Intervallen) und zeichnet dann jeden mit den Koordinaten (X,Y). Der Darstellungsbereich wird von den Bereichsvariablen definiert.

Beim Zeichnen eines Graphen berechnet und aktualisiert der TI-81 die Variablen X, Y und T gemäß den Werten für T.

Die "Smart Graph"-Funktion (siehe Seite 3-10) steht auch für parametrische Gleichungen zur Verfügung.

Benutzung des RANGE-Menüs und des Y-VARS-Menüs

Für weitere Anwendungen wie das Programmieren können Sie Werte direkt in den Variablen im RANGE-Menü speichern (siehe Seite 3-22). Sie können auf die Funktionen zugreifen, indem Sie den Namen der Gleichungskomponente als Variable benutzen (siehe Seite 3-23). Sie haben auch die Möglichkeit, parametrische Funktionen in einem Programm au aktivieren oder zu deaktivieren.

Untersuchen einer parametrischen Funktionskurve

Wie bei der graphischen Darstellung einer anderen Funktion stehen Ihnen drei Mittel zur Untersuchung einer Kurve zur Verfügung: der Cursor, der TRACE-Befehl und die Optionen im ZOOM-Menü.

Der Graphikcursor

Dieser Cursor läßt sich in Darstellungen parametrischer Funktionen auf die gleiche Weise benutzen wie in Darstellungen anderer Funktionen (siehe Seite 3-12). Die Koordinaten X und Y (oder Polarkoordinaten R und θ) werden aktualisiert und in die Anzeige eingeblendet.

Der TRACE-Befehl

Mit diesem Befehl (Beschreibung Seite 3-10) können Sie die Funktionskurve in **Tstep**-Intervallen untersuchen. Beim Drücken der [TRACE] -Taste blinkt der Cursor in der ersten aktivierten Funktion auf dem mittleren T-Wert. Der Parameter T und die Koordinatenwerte X und Y werden unten in der Anzeige eingeblendet.

Beim Bewegen des Cursors auf der Kurve werden die Werte für X, Y und T aktualisiert und angezeigt. Die Werte für X und Y werden in bezug auf T berechnet.

Wird der Cursor in den Bereich außerhalb des oberen oder unteren Randes der Anzeige verschoben, werden die Werte für X, Y und T weiterhin aktualisiert und unten in der Anzeige eingeblendet.

Das Schwenken des Darstellungsbereichs ist bei parametrischen Funktionen nicht möglich. Zum Einblenden eines nicht angezeigten Kurvenbereichs müssen die Werte der RANGE-Variablen geändert werden.

Optionen im ZOOM-Menü

Die ZOOM-Funktionen lassen sich in Darstellungen parametrischer Funktionen auf die gleiche Weise benutzen wie in Darstellungen anderer Funktionen (siehe dazu die Seiten 3-15 bis 3-16).

Dabei werden nur die RANGE-Variablen für X (**Xmin**, **Xmax** und **Xscl**) und Y (**Ymin**, **Ymax** und **Yscl**) verändert. Die Variablen für T (**Tmin**, **Tmax** und **Tstep**) bleiben unverändert außer bei Wahl der Option <Standard>, wo sie folgende Werte erhalten: **Tmin**=0, **Tmax**=2π, **Tstep**=π/30. Sie können die RANGE-Variablen für T ändern, damit eine ausreichende Anzahl Punkte gezeichnet wird.

Anwendungsbeispiel: Simulieren von Bewegung

Zeichnen Sie die zeitabhängige Flugkurve eines Balles.

Aufgabenstellung

Berechnen Sie die Flugkurve eines Balles, der in einem Winkel von 60° mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 14 Metern pro Sekunde geworfen wird. (Vernachlässigen Sie den Luftwiderstand.) Berechnen Sie die maximale Höhe und wann sie erreicht ist. In welcher Entfernung und wann prallt der Ball wieder auf den Boden?

Wenn die Anfangsgeschwindigkeit v_0 und der Winkel θ ist, dann ist die horizontale X-Koordinate der Ballposition abhängig von der Zeit T und wird beschrieben durch:

$X(T) = Tv_0 \cos\theta$

und die vertikale Koordinate Y der Ballposition zum Zeitpunkt T wird berechnet durch:

$Y(T) = -5T^2 + Tv_0 \sin\theta$

Lösung

1. Drücken Sie [MODE]. Wählen Sie die Optionen <Param>, <Connected> und <Deg>.

2. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie die Funktionsterme ein, die die parametrische Funktion in Abhängigkeit von T definieren.

   X1T=14Tcos60
   $Y1T=-5T^2+14T\sin 60$
   Anmerkung: Das Vorzeichen - wird durch Drücken von [(-)] eingegeben.

3. Drücken Sie [RANGE]. Legen Sie die Bereichsvariablen fest.

Tmin = 0	**Xmin** = -2	**Ymin** = -2
Tmax = 3	**Xmax** = 19	**Ymax** = 8
Tstep = .02	**Xscl** = 2	**Yscl** = 2

3. Drücken Sie [GRAPH], um die zeitabhängige Flugkurve des Balles zu zeichnen.

5. Drücken Sie nun [TRACE], um die Kurve zu untersuchen. Beim Drücken von TRACE werden die Werte für X, Y und T unten in der Anzeige eingeblendet. Diese Werte ändern sich beim Untersuchen der Kurve. Bewegen Sie den Cursor entlang der Kurve, um so den Weg, den der Ball beschreibt, zu untersuchen.

Anwendungsbeispiel: Zeichnen einer Kurve in Polarkoordinaten

Zeichnen Sie die Kurve der Gleichung in Polarkoordinaten $r = a\theta$ (Archimedische Spirale)

Aufgabenstellung

Die Archimedische Spirale ist der Name der Kurve, der durch die Gleichung $r = a\theta$ definiert wird.

Der Graph der Funktion $r = f(\theta)$in Polarkoordinaten kann mit Hilfe der Rechneroptionen für die Darstellung parametrischer Funktionen gezeichnet werden, wenn folgende Umrechnungsformeln benutzt werden:

$X = f(\theta)\cos(\theta)$und $Y = f(\theta)\sin(\theta)$.

Für die Parameterdarstellung der Archimedischen Spirale folgt wenn $a = .5$:

$X = .5\theta \cos(\theta)$
$Y = .5\theta \sin(\theta)$

Lösung

Zeichnen Sie die Kurve mit den Standardwerten des Darstellungsbereichs und mit den Optionen <Rad> und <Connected> im MODE-Menü.

1. Drücken Sie [MODE]. Wählen Sie die Option <Param>. Behalten Sie die Standardwerte der anderen Optionen bei.

2. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie die folgenden Terme ein, um die Kurvenpunkte in Abhängigkeit vom Parameter T zu definieren.

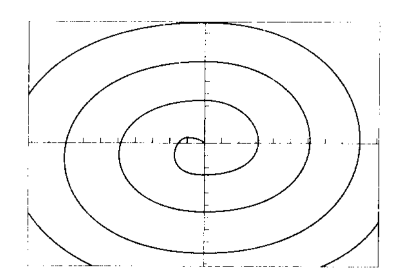
   X1T=.5TcosT
   Y1T=.5TsinT

3. Drücken Sie [ZOOM]. Wählen Sie die Option <Standard>, um die Gleichung im standardisierten Darstellungsbereich darzustellen.

   Die Kurve zeigt nur die erste Schlaufe der Spirale, da der verwendete Standardwert für **Tmax** ist 2π.

4. Um die Kurve weiter zu untersuchen, drücken Sie [RANGE] und geben **Tmax** den Wert 25.

5. Drücken Sie [GRAPH] , um die neue Kurve darzustellen.



Anwendungsbeispiel: Graphische Darstellung einer parametrischen Funktion

Zeichnen Sie die Kurve einer parametrischen Funktion mit einer achtblättrigen "Rose".

Aufgabenstellung

Die komplette Abbildung der parametrischen Funktion mit der Gleichung

$X(\theta) = 11\sin 4\theta \cos\theta$
$Y(\theta) = 11\sin 4\theta \sin\theta$

zeigt zwei Blütenblätter in jedem Quadranten.

Lösung

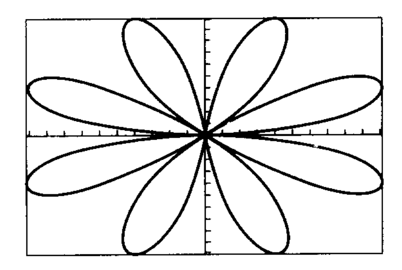
Zeichnen Sie die Kurve unter Benutzung der Standardeinstellungen einschließlich der Optionen <Rad> und <Connected> im MODE-Menü.

1. Drücken Sie [MODE]. Wählen Sie die Option <Param>. Behalten Sie die Standardeinstellungen der anderen Optionen bei.

2. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie die folgenden Terme ein, um die Kurvenpunkte in Abhängigkeit vom Parameter T zu definieren.

   X1T = 11sin 4T cos T
   Y1T = 11sin 4T sin T

3. Drücken Sie [ZOOM]. Wählen Sie die Option <Standard>, um die Gleichung im standardisierten Darstellungsbereich als Kurve darzustellen.



4. Drücken Sie nun [TRACE] , um die Kurve zu untersuchen. Beim Drücken von [TRACE] werden die Werte für X, Y und T unten in der Anzeige eingeblendet. Diese Werte ändern sich beim Untersuchen der Kurve.

   Das Untersuchen der Kurve beginnt im mittleren T-Wert. Drücken Sie die Cursortaste [▶]: der Cursor umfährt vier Blütenblätter, bis er **Tmax** erreicht. Drücken Sie [◀] für die restlichen Blütenblätter, bis Sie **Tmin** erreichen.

Kapitel 5: Das DRAW-Menü

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie die Optionen des DRAW-Menüs zum Zeichnen von Linien, Punkten und Funktionskurven und zum Schattieren von Graphikbereichen benutzt werden. Bevor Sie Optionen des DRAW-Menüs in Angriff nehmen, müssen Sie Kapitel 3 über die graphische Darstellung von Funktionen durchgearbeitet haben.

Inhaltsverzeichnis

Beschreibung des Draw-Menüs

Durch Drücken der Tasten [2nd] [DRAW] haben Sie Zugang zu den Optionen, mit denen Sie Linien, Punkte und Graphen von Funktionen zeichnen und Graphikbereiche schattieren können. Linien und Punkte können Sie direkt in die Graphik zeichnen, wobei mit dem Cursor die Koordinaten bestimmt werden. Diese Optionen können auch über das Eingabedisplay oder über ein Programm benutzt werden.

Das DRAW-Menü

Option	Beschreibung
DRAW	
1 : ClrDraw	Löscht Zeichnungen
2 : Line(	Zeichnet eine Strecke
3 : PT-On(	Zeichnet einen Punkt
4 : PT-Off(	Löscht einen Punkt
5 : PT-Chg(	Zeichnet bzw. löscht einen Punkt
6 : DrawF	Zeichnet den Graph einer Funktion
7 : Shade(	Schattiert einen Graphikbereich

Anmerkungen zum Draw-Menü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Jede Anweisung im DRAW-Menü kann auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm eingegeben werden. Der Name der gewählten Option wird an die aktuelle Cursorstelle kopiert. Danach geben Sie das oder die Argumente ein.

Mit Cursor und Optionen im Draw-Menü können Sie auch direkt in den Graphen zeichnen. Blenden Sie dazu den Graphen ein, drücken Sie [2nd] [DRAW] und wählen Sie eine Option im Draw-Menü. Benutzen Sie dann den Cursor und realisieren Sie mit [ENTER] die Zeichnung.

Die Optionen im Draw-Menü stehen für die graphische Darstellung von allen Funktionen zur Verfügung.

Beschreibung der DRAW-Optionen

Alle am Graphen ausgeführten Zeichnungen bleiben solange erhalten wie die "Smart Graph"-Funktion nicht aktiv wird (siehe Seite 3-10).

Optionen im Draw-Menü

Mit diesen Optionen können Sie im aktuellen Graphen zeichnen. Wenn der Graph durch die "Smart Graph"-Funktion neu gezeichnet wird, werden alle mit der DrawF-Option abgebildeten Punkte, Strecken und Kurven sowie Schattierungen gelöscht.

Die Variablen im RANGE-Menü werden durch die DRAW-Optionen nicht aktualisiert.

Verfahren vor dem Zeichnen

Da mit den DRAW-Optionen gleichzeitig die Kurven der angewählten Funktionen angezeigt werden, sollten folgende Schritte vor jeder Zeichenoperation am Graphen ausgeführt werden.

1. Wählen Sie die Optionen im MODE-Menü gemäß dem darzustellenden Graphen (siehe Seite 3-3).

2. Erstellen oder bearbeiten Sie einen Ausdruck, der eine Funktion in der Y=-Liste bestimmt (siehe dazu die Seiten 3-5 und 3-6).

3. Aktivieren oder deaktivieren Sie die Funktionen in der Y=-Liste (siehe Seite 3-7).

4. Wählen Sie den Darstellungsbereich gemäß dem darzustellenden Graphen (siehe Seite 3-8).

Verlassen des Draw-Menüs

Wenn Sie das Draw-Menü verlassen möchten ohne Anwahl einer Option, gehen Sie auf eine der folgenden Arten vor:

- Wählen Sie ein anderes Menü durch Drücken der entsprechenden Taste, z. B. [Y=] oder [GRAPH] .

- Drücken Sie [2nd] [QUIT] um zum Eingabedisplay zurückzukehren.

Die ClrDraw-Option

Diese Option löscht alle Bildpunkte, Geraden und Kurven, die mit der <DrawF>-Option gezeichnet wurden, sowie schattierte Graphikbereiche.

Löschen der Zeichnungen

Um gezeichnete Elemente aus einer Graphikanzeige zu löschen, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [2nd] [DRAW]. Wählen Sie die Option <ClrDraw> im Draw-Menü. Die Anweisung **ClrDraw** wird an die aktuelle Cursorstelle kopiert.

2. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen. Die vollständige Anweisung ist:

   ClrDraw

Nach Ausführung der Anweisung werden alle mit der Anweisung **DrawF** gezeichneten Punkte, Geraden und Kurven sowie die schattierten Bereiche gelöscht und die Meldung **Done** eingeblendet. Beim nächsten Anzeigen der Graphik sind die gezeichneten Elemente nicht mehr vorhanden.

Die Line-Option

Bei eingeblendeter Graphik ermöglicht die <Line>-Option, mit dem Cursor eine Strecke in die Graphik zu zeichnen. Diese Option kann auch über das Eingabedisplay oder über ein Programm benutzt werden.

Aufruf der Option in einer Graphik

Um eine Strecke in die eingeblendete Graphik zu zeichnen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [2nd] [DRAW]. Wählen Sie die Option <Line(> im Draw-Menü.

2. Positionieren Sie den Cursor in dem Punkt, in dem die Strecke beginnen soll, dann drücken Sie [ENTER].

3. Positionieren Sie den Cursor in dem Punkt, in dem die Strecke enden soll. Die Strecke wird beim Bewegen des Cursors angedeutet. Drücken Sie [ENTER], und die Strecke ist zwischen den gewählten Punkten eingezeichnet.

Sie können weitere Strecken zeichnen, indem Sie Schritt 2 und 3 wiederholen. Mit [GRAPH] verlassen Sie die <Line>-Option im Draw-Menü.

Aufruf der Option über das Eingabedisplay oder ein Programm

Um eine Strecke mit einer Anweisung zu zeichnen, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [2nd] [DRAW]. Wählen Sie die Option <Line(> im Draw-Menü. Die Anweisung **Line(** wird an die Cursorstelle kopiert.

2. Geben Sie die Werte für die vier Argumente ein, indem Sie sie durch Komma trennen:

   - die X-Koordinate des Anfangspunktes

   - die Y-Koordinate des Anfangspunktes

- die X-Koordinate des Endpunktes

- die Y-Koordinate des Endpunktes

3. Drücken Sie [)] .

4. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen. Die vollständige Anweisung ist:

   Line*(XAnf, YAnf, XEnde, YEnde)*

Nach Ausführung der Anweisung wird die Strecke in die Graphik der in der Y=-Liste aktivierten Funktionen gezeichnet.

Die Optionen PT-On, PT-Off, PT-Chg

Bei eingeblendeter Graphik ermöglichen diese Optionen, direkt mit dem Cursor einen Punkt in die Graphik zu zeichnen oder ihn zu löschen. Diese Optionen können auch über das Eingabedisplay oder über ein Programm benutzt werden.

Aufruf der Option in einer Graphik

Um einen Punkt in die eingeblendete Graphik zu zeichnen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [2nd] [DRAW]. Wählen Sie die Option <PT-On(> im Draw-Menü.

2. Positionieren Sie den Cursor dort, wo der Punkt gezeichnet werden soll. Dann drücken Sie [ENTER].

Der Punkt ist gezeichnet.

Sie können weitere Punkte zeichnen, indem Sie Schritt 2 wiederholen. Mit [GRAPH] verlassen Sie die **PT**-Option im Draw-Menü.

Aufruf der Option über das Eingabedisplay oder ein Programm

Um einen Punkt mit einer Anweisung zu zeichnen, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [2nd] [DRAW]. Wählen Sie die Option <PT-On(> im Draw-Menü. Die Anweisung **PT-On(** wird an die Cursorstelle kopiert.

2. Geben Sie die Werte für die Argumente ein, indem Sie sie durch Komma trennen:

   - die X-Koordinate des Punktes

   - die Y-Koordinate des Punktes

3. Drücken Sie [)].

4. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen. Die vollständige Anweisung ist:

   PT-On(*X, Y*)

Nach Ausführung der Anweisung wird der Punkt in die Graphik der in der Y=-Liste gewählten Funktionen gezeichnet.

Die Optionen Pt-Off und Pt-Chg

Das Verfahren mit der **PT-Off**-Option zum Löschen eines Punktes ist dasselbe wie mit **PT-On**.

Das Verfahren mit der **PT-Chg**-Option zum Zeichnen bzw. Löschen eines Punktes ist dasselbe wie mit **PT-On**.

Die DrawF-Option

Mit der DrawF-Option können Sie den Graphen einer Funktion in eine Graphik zeichnen. Diese Kurve wird vorübergehend angezeigt, sie kann nicht als Funktion in der Y=-Liste gespeichert werden.

Verfahren

Mit der Option <DrawF> können Sie die Funktion von X graphisch darstellen. Dazu werden die aktuellen Werte der RANGE-Variablen benutzt. Um die Funktion im Bild darzustellen, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [RANGE], wenn Sie die RANGE-Variablen anzeigen und ändern möchten (siehe Seite 3-8).

2. Drücken Sie [2nd] [DRAW]. Wählen Sie die Option <DrawF> im Draw-Menü. Die Anweisung **DrawF** wird an die Cursorstelle kopiert.

3. Geben Sie das Argument als eine Funktion von X ein. Wenn der Rechner sich im Parameter-Modus befindet, drücken Sie [ALPHA] [X] für X, andernfalls drücken Sie [X/T] .

4. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen. Die vollständige Anweisung ist:

   DrawF *Funktion*

Nach Ausführung der Anweisung wird die Funktionskurve in die Graphikdarstellung der in der Y=-Liste aktivierten Funktionen gezeichnet und die Variablen X und Y werden aktualisiert.

Anmerkung: Da diese Kurve vorübergehend angezeigt wird, kann sie nicht mit der TRACE-Option untersucht werden.

Die Shade-Option

Mit der Shade-Option im Draw-Menü können Sie den Bereich zwischen zwei Funktionskurven schattieren. Sie können damit auch die beiden Funktionskurven bildlich darstellen.

Parameter der Option

Die **Shade(**-Anweisung kann fünf Argumente enthalten. Die beiden erste Argumente sind notwendig. Es werden nur die Bereiche schattiert, für die das erste Argument kleiner als das zweite ist. Die drei letzten Argumente sind fakultativ.

Das erste Argument definiert den unteren Rand des schattierten Bereichs und die darzustellende Funktion. Das Argument kann sein:

- Ein Ausdruck in Abhängigkeit von X. Beispielsweise schattiert $X^2 + 1$ den Bereich oberhalb der Kurve $Y = X^2 + 1$.
- Ein Wert oder eine Variable. Beispielsweise schattiert **3** den Bereich oberhalb der Geraden Y=3.
- Ein Ausdruck, der in der Y=Liste der Funktionen gespeichert ist und auf den Sie über das Y-VARS-Menü Zugriff haben. Wenn beispielsweise $\mathbf{Y_2 = X^2 + 5}$, dann schattiert **Y2** den Bereich oberhalb der Kurve $Y = X^2 + 5$.

Das zweite Argument definiert den oberen Rand des schattierten Bereichs und die darzustellende Funktion. Das Argument kann eines der oben beschriebenen Argumente sein.

Das dritte Argument definiert die Auflösung (den Grad des Schattierens). Die Auflösung wird durch eine ganze Zahl zwischen 1 und 8 ausgedrückt. Wenn die Auflösung nicht spezifiziert ist, gilt standardmäßig der aktuelle **Xres**-Wert.

Das vierte Argument definiert den linken Rand des schattierten Bereichs (kleinster X-Wert). Es kann ein Wert, eine Variable oder ein Ausdruck sein. Wenn das Argument nicht spezifiziert ist, gilt standardmäßig der aktuelle **Xmin**-Wert.

Das fünfte Argument definiert den rechten Rand des schattierten Bereichs (größter X-Wert). Es kann ein Wert, eine Variable oder ein Ausdruck sein. Wenn das Argument nicht spezifiziert ist, gilt standardmäßig der aktuelle **Xmax**-Wert.

Verfahren

Um einen Bereich der Graphik zu schattieren, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [2nd] [DRAW]. Wählen Sie die Option <Shade(> im Draw-Menü. Die Anweisung **Shade(** wird an die Cursorstelle kopiert.

2. Geben Sie das erste Argument ein und drücken [ALPHA] [,].

3. Geben Sie das zweite Argument ein.

   - Wenn Sie die drei weiteren Argumente nicht eingeben möchten, gehen Sie nach Schritt 5.

   - Andernfalls drücken Sie [ALPHA] [,] und gehen nach Schritt 4.

4. Geben Sie die fakultativen Argumente ein, indem Sie sie durch Komma trennen.

   Anmerkung: Sie können das VARS-Menü benutzen (siehe Seite 3-23), um für jedes dieser Argumente die Werte **Xres**, **Xmin** oder **Xmax** anzuwählen.

5. Drücken Sie [ )].

6. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen. Die vollständige Anweisung ist:

   Shade *(untere Funkt,obere Funkt,Auflösung,XAnf,XEnde)*

Nach Ausführung der Anweisung werden die durch die Argumente definierten beiden Funktionskurven in die Graphik der in der Y=-Liste aktivierten Funktionen gezeichnet.

Anwendungsbeispiel: Schattieren eines Bereichs zwischen zwei Kurven

Schattieren Sie einen Bereich oberhalb einer Funktionskurve und unterhalb einer zweiten.

Aufgabenstellung

Schattiere den Graphikbereich oberhalb der Funktion Y = X + 1 und unterhalb der Funktion Y = X^3 - 8X.

Lösung

1. Drücken Sie Y=, um sicherzugehen, daß keine Funktion angewählt ist.

   Benutzen Sie das Standarddarstellungsbereich. Drücken Sie RANGE, um den Darstellungsbereich zu kontrollieren und gegebenenfalls zu ändern, oder wählen Sie die Option <Standard> im ZOOM-Menü, um die RANGE-Variablen zu reinitialisieren.

2. Drücken Sie 2nd [QUIT], um zum Eingabedisplay zurückzukehren. Beginnen Sie auf einer Leerzeile.

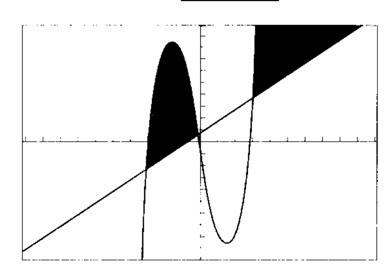
3. Drücken Sie 2nd [DRAW]. Wählen Sie die Option <Shade(>, um die **Shade(**-Anweisung in das Eingabedisplay zu kopieren.

4. Geben Sie die untere Funktion X + 1 mit nachfolgendem Komma ein, dann die obere Funktion X^3 - 8X. Da Sie den linken oder rechten Grenzwert nicht definieren und die Auflösung nicht abändern wollen, geben Sie eine schließende Klammer ein.

   Die vollständige Anweisung ist:

   Shade(X+1,X^3 - 8X)

5. Drücken Sie ENTER .



Kapitel 6: Matrizen

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie die Optionen des MATRX-Menüs im Rechner benutzt werden. Der TI-81 kann bis zu drei Matrizen speichern. Die maximale Dimension einer Matrix beträgt sechs Zeilen und sechs Spalten.

Inhaltsverzeichnis

Beschreibung des MATRX-Menüs

Mit der [MATRX] -Taste haben Sie Zugang zu den Matrizen-operationen. Das MATRX-Menü besteht aus zwei Rubriken: MATRIX (Matrizenfunktionen) und EDIT (Bearbeitung einer Matrix).

Das MATRX-Menü

Rubrik	Beschreibung
MATRIX EDIT	
1 : RowSwap(	Tauscht zwei Zeilen einer Matrix aus
2 : Row+(	Addiert 2 Zeilen, speichert in der zweiten Zeile
3 : *Row(	Multipliziert Zeile mit einem Skalarwert
4 : *Row+(	Multipliziert Zeile und addiert das Ergebnis zur zweiten Zeile
5 : det	Berechnet die Determinante
6 : ^{T}	Transponiert die Matrix
MATRIX EDIT	
1 : [A] 6x6	Bearbeitung der Matrix A
2 : [B] 6x6	Bearbeitung der Matrix B
3 : [C] 6x6	Bearbeitung der Matrix C

Anmerkungen über das MATRX-Menü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Bei der Anwahl einer Funktion in der MATRIX-Rubrik wird der Name dieser Funktion an die aktuelle Cursorstelle im Eingabedisplay kopiert.

Bei der Wahl einer Matrix über die EDIT-Rubrik wird das Matrixdisplay eingeblendet. Beachten Sie, daß die maximale Dimension für eine Matrix 6x6 ist.

Eingabe einer Matrix

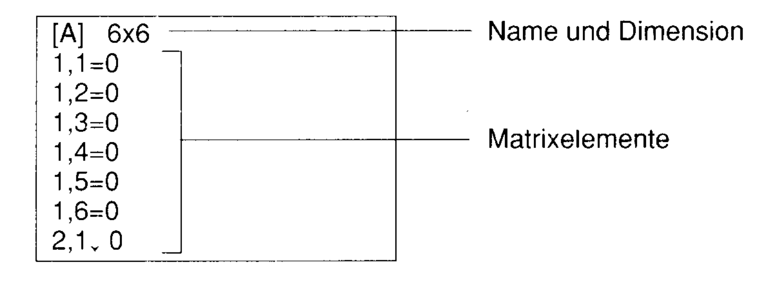
Bevor Sie eine Matrix eingeben, müssen Sie eine der Matrizen [A], [B] oder [C] wählen und ihre Dimension bestimmen. In der obersten Zeile des Matrixdisplays wird durch ein kleines Rechteck zusätzlich die Größe der Matrix und die aktuelle Cursorposition dargestellt.

Anwahl einer Matrix

Vor Eingabe einer Matrix müssen Sie die Matrix wählen, die Sie definieren möchten. Gehen Sie dabei folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [MATRX] [▶] , um die EDIT-Rubrik im MATRX-Menü zu wählen.

2. Drücken Sie die Optionsnummer der Matrix, die Sie erstellen möchten ([A], [B] oder [C]). Das Matrixdisplay für die gewählte Matrix erscheint in der Anzeige.



Der Cursor blinkt auf der Matrixdemension. Steht ein nach unten zeigender Pfeil auf der letzten Zeile statt des =Zeichens, so enthält die Matrix mehr als sieben Elemente.

Festlegen der Dimension

Die Dimension der Matrix (Anzahl der Zeilen x Anzahl der Spalten) wird in der obersten Zeile angezeigt. Sie müssen die Dimension bei jedem Bearbeiten einer Matrix bestätigen oder ändern.

1. Bestätigen oder Ändern der Anzahl Zeilen

   - Sie bestätigen die Anzahl durch Drücken von [ENTER].

   - Sie ändern die Anzahl, indem Sie die gewünschte Anzahl Zeilen eingeben (maximal 6) und dann [ENTER] drücken.

2. Bestätigen oder Ändern der Anzahl Spalten

   - Sie bestätigen die Anzahl durch Drücken von [ENTER].

   - Sie ändern die Anzahl, indem Sie die gewünschte Anzahl Spalten eingeben (maximal 6) und dann [ENTER] drücken.

   Der Cursor geht zum ersten Matrixelement (1,1).

Eingabe und Bearbeitung von Matrixelementen

Nachdem die Dimension der Matrix definiert ist, können den Matrizen Werte zugeordnet werden. Benutzen Sie dazu die EDIT-Rubrik im MATRX-Menü. In der obersten Zeile der Anzeige zeigt ein kleines Rechteck in Matrizenform an, auf welchem Element der Cursor positioniert ist.

Eingabe der Matrixelemente

Um einen Wert in eine Matrix einzugeben, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Geben Sie den gewünschten Wert ein und drücken Sie [ENTER].

2. Geben Sie die weiteren Werte ein.

Bearbeitung der Matrixelemente

1. Wenn die EDIT-Rubrik im MATRX-Menü nicht in der Anzeige ist, blenden Sie sie durch Drücken von [MATRX] [▶] ein. Dann drücken Sie die Optionsnummer der Matrix, die Sie ändern möchten.

2. Setzen Sie den Cursor mit [▼] auf das Matrixelement, das Sie ändern möchten.

3. Den neuen Datenwert geben Sie auf eine der folgenden Arten ein:

   - Sie geben den neuen Wert ein, wodurch automatisch der ursprüngliche Wert gelöscht wird.

   - Mit den Cursortasten [▶] bzw. [◀] setzen Sie den Cursor auf die Ziffer, die Sie ändern wollen. Dann geben Sie den neuen Wert an dieser Stelle ein oder Sie löschen sie mit der Taste [DEL].

4. Nach dem Ändern des Wertes drücken Sie [ENTER]. Der Cursor geht zum folgenden Wert.

Verlassen des Matrixdisplays

Nach der Bearbeitung der Matrixelemente verlassen Sie das Matrixdisplay auf eine dieser Arten:

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der entsprechenden Taste, beispielsweise [MATRX].
- Mit [2nd] [QUIT] kehren Sie zum Eingabedisplay zurück.

Löschen einer Matrix

Mit dem TI-81 können Sie schnell alle Elemente einer Matrix auf einen Wert setzen. Drücken Sie beispielsweise 0 [STO►] [2nd] [[A]], um für alle Elemente der Matrix [A] eine 0 einzugeben.

Benutzen von Matrizen

Matrizen können angezeigt, kopiert und ebenso benutzt werden wie eine Variable.

Anzeige einer eingespeicherten Matrix

Sie können eine eingespeicherte Matrix auf zwei verschiedene Arten in die Anzeige bringen:

- Im Eingabedisplay drücken Sie beispielsweise [2nd] [[A]] gefolgt von [ENTER]. Die Matrix wird dann in der Dimension angezeigt, die vorher definiert wurde:

  ```
  [A]
  [1 0 1 0]
  [1 2 0 0]
  [3 1 1 1]
  ```

  Wenn die ganze Matrix nicht eingeblendet werden kann, worauf die Punkte rechts in der Anzeige hindeuten, können Sie mit [▶] und [◀] den Rest der Matrix in die Anzeige bringen.

- Wählen Sie durch Drücken von [MATRX] [▶] die Rubrik EDIT im MATRX-Menü an. Drücken Sie die Optionsnummer der gewünschten Matrix. Das Matrixdisplay erscheint in der Anzeige (siehe Seite 6-3). Mit der [▼] -Taste sichten Sie die Elemente.

Kopieren einer Matrix

Sie kopieren eine Matrix auf eine andere, indem Sie sie in eine andere Matrix laden. Um beispielsweise [A] nach [B] zu kopieren, drücken Sie [2nd] [[A]] [STO▶] [2nd] [[B]] [ENTER]. Die Dimension von [B] wird die von [A].

Benutzen einer Matrix in einem Ausdruck

Um den Namen einer Matrix in einen Ausdruck einzugeben, drücken Sie [2nd] [[A]], [2nd] [[B]] oder [2nd] [[C]]. Der Name der Matrix wird an die aktuelle Cursorstelle im Eingabedisplay kopiert.

Ergebnisse von Matrizenrechnungen

Wenn das Berechnen eines Ausdrucks eine Matrix ergibt, wird das Ergebnis in der Variablen **Ans** gespeichert. Um das Matrixergebnis zu sichern, speichern Sie **Ans** in einer Matrix. Um beispielsweise das Matrixergebnis in der Matrix [A] zu speichern, drücken Sie [2nd] [ANS] [STO▶] [2nd] [[A]] [ENTER].

Matrizenfunktionen

Eine Matrix kann bei den meisten Operationen wie eine Variable verwendet werden. Die Dimension der Matrix muß jedoch der jeweiligen Operation angepaßt sein.

Operation	Tasteneingabe	Anzeige
Addition	2nd [[A]] + 2nd [[B]]	[A] + [B]
Subtraktion	2nd [[B]] - 2nd [[C]]	[B] - [C]
Multiplikation	2nd [[A]] 2nd [[C]]	[A] [B]
Skalar-multiplikation	3 2nd [[A]]	3 [A]
Inversion	2nd [[C]] x^{-1}	$[C]^{-1}$
Quadratur	2nd [[B]] x^2	$[B]^2$
Determinante	MATRX <det> 2nd [[A]]	det [A]
Transposition	2nd [[B]] MATRX <^{T}>	$[B]^T$
Runden	MATH ▶ <Round(> 2nd [[A]] ALPHA [,] 0)	Round(Round([A] Round([A] ,0)
Negation	(-) 2nd [[C]]	- [C]

Anmerkung: Drücken Sie nach jeder Tastenfolge ENTER, um das Ergebnis anzuzeigen.

Anmerkungen über diese Operationen

Der TI-81 verfügt nur über eine temporäre Matrix für Zwischenergebnisse. Folglich kann ein Ausdruck nur mit einer intermediären Matrix berechnet werden.

Das Berechnen von $[A]^{-1} * [B]^{-1}$ beispielsweise würde 2 intermediäre (temporäre) Matrizen erfordern, eine für jede Inverse. Um diesen Ausdruck mit dem TI-81 zu berechnen, zerlegen Sie ihn in zwei Ausdrücke: Berechnen sie erst $[A]^{-1}$ (das Ergebnis wird in **Ans** gespeichert), und multiplizieren **Ans** mit $[B]^{-1}$.

Operation	Einschränkung/Ergebnis
Addition	Die Matrizen müssen die gleiche Dimension haben. Das Ergebnis ist eine Matrix, deren Elemente die Summe der Elemente aus [A] und [B] sind.
Subtraktion	Die Matrizen müssen die gleiche Dimension haben. Das Ergebnis ist eine Matrix, deren Elemente die Differenz der Elemente aus [B] und [C] sind.
Multiplikation	Die Spaltenanzahl von [A] muß gleich der Zeilenanzahl von [C] sein.
Skalar-multiplikation	Es gilt keine Einschränkung. Das Ergebnis ist eine Matrix, deren Elemente die Elemente von [A] mal dem Skalarwert sind.
Inversion	Die Matrix muß quadratisch sein, d.h. die Anzahl der Zeilen und Spalten muß gleich sein. Die Determinante darf nicht gleich Null sein.
Quadratur	Die Matrix muß quadratisch sein.
Determinante	Die Matrix muß quadratisch sein. Das Ergebnis ist eine reelle Zahl.
Transposition	Es gilt keine Einschränkung. Das Ergebnis ist eine Matrix, in der jedes Element (Zeile, Spalte) mit dem Element (Spalte, Zeile) ausgetauscht ist.
Runden	Es gilt keine Einschränkung. Das Ergebnis ist eine Matrix, in der jedes Element entsprechend dem zweiten Argument gerundet ist.
Negation	Es gilt keine Einschränkung. Das Ergebnis ist eine Matrix, in der das Vorzeichen eines jeden Elementes geändert (umgekehrt) ist.

Zeilenoperationen

Vier Zeilenoperationen stehen in der MATRIX-Rubrik zur Verfügung. Diese Funktionen können in einem Ausdruck benutzt werden, aber sie ändern nicht die ursprüngliche Matrix. Das Ergebnis dieser Funktionen ist eine temporäre Matrix.

Die Option RowSwap

Mit dieser Funktion werden zwei Zeilen in einer Matrix vertauscht.

Drei Argumente sind erforderlich: der Name der Matrix, die Nummer der ersten Zeile, die vertauscht werden soll, und die Nummer der Zeile, mit der sie vertauscht werden soll. Alle Argumente müssen durch Kommata abgetrennt sein.

Die vollständige Anweisung ist:

RowSwap(*Matrix,Zeile1,Zeile2*)

Vertauschen von Zeilen in einer Matrix

Vertauschen Sie die Zeilen 2 und 3 in der Matrix [A].
Für [A] soll gelten:

[5 3 1]
[2 0 4]
[3 1 2]

Verfahren	Tasteneingabe	Anzeige
<RowSwap(> wählen	MATRX <RowSwap(>	RowSwap(
Den Namen der Matrix und ein Komma eingeben	2nd [[A]] ALPHA [,]	RowSwap([A] ,
Die erste Zeile, die vertauscht werden soll, und ein Komma eingeben	2 ALPHA [,]	RowSwap([A] , 2,
Die zweite Zeile, die vertauscht werden soll, und eine Klammer eingeben	3)	RowSwap([A] , 2 , 3)

Verfahren	Tasteneingabe	Anzeige
Den Befehl ausführen	ENTER	RowSwap([A] , 2 , 3) [5 3 1] [3 1 2] [2 0 4]

Das Verfahren bei der Eingabe der anderen Zeilenfunktionen ist ähnlich.

Die Option Row+

Die **Row+**-Funktion addiert zwei Zeilen und speichert das Ergebnis in der zweiten Zeile.

Drei Argumente sind erforderlich: der Name der Matrix, die Nummer der ersten Zeile, die addiert werden soll, und die Nummer der Zeile, zu der sie addiert wird und in der das Ergebnis geschrieben werden soll. Alle Argumente müssen durch Kommata abgetrennt sein.

Die vollständige Anweisung ist:

Row+(*Matrix,Zeile1,Zeile2*)

*Die Option *Row*

Die ***Row**-Funktion multipliziert eine Zeile mit einer reellen Zahl und speichert das Ergebnis in der gleichen Zeile.

Drei Argumente sind erforderlich: die Zahl (die ein Ausdruck sein kann), der Name der Matrix und die Nummer der Zeile, die multipliziert werden soll. Alle Argumente müssen durch Kommata abgetrennt sein.

Die vollständige Anweisung ist:

***Row**(*Skalar,Matrix,Zeile*)

Die Option ∗Row+

Die ∗**Row+**-Funktion multipliziert eine Zeile mit einer endlichen reellen Zahl, addiert die Ergebnisse zu einer zweiten Zeile und speichert das Ergebnis in der zweiten Zeile.

Vier Argumente sind erforderlich: die Zahl (die ein Ausdruck sein kann), der Name der Matrix, die Nummer der Zeile, die multipliziert werden soll, und die Nummer der Zeile, die dazu addiert werden soll und in der das Ergebnis geschrieben wird. Alle Argumente müssen durch Kommata abgetrennt sein.

Die vollständige Anweisung ist:

∗**Row+**(*Skalar,Matrix,Zeile1,Zeile2*)

Speichern und Aufrufen eines Matrixelements

Der Anwender hat direkten Zugang zu jedem Matrixelement, und kann darin einen Wert ablegen oder einen Wert aufrufen. Die "Adresse" des Matrixelements (Zeile, Spalte) muß innerhalb der Dimension der Matrix liegen.

Speichern eines Matrixelements

Um ein Matrixelement zu speichern, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Geben Sie den Wert ein, den Sie speichern möchten. Dieser Wert kann ein Ausdruck sein.
2. Drücken Sie [STO►].
3. Drücken Sie [2nd], dann [[A]], [[B]] oder [[C]].
4. Drücken Sie [(], geben die Zeilennummer des Matrixelements ein und drücken dann [ALPHA] [,].
5. Geben Sie die Spaltennummer des Matrixelements ein und drücken dann [)].
6. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen. Die vollständige Anweisung ist:

   Wert->Matrix(Zeile,Spalte)

Nach Ausführung der Anweisung speichert der TI-81 den Wert im entsprechenden Matrixelement.

Verwenden eines Matrixelements in einem Ausdruck

Um ein Matrixelement als Variable in einem Ausdruck zu verwenden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [2nd], dann [[A]], [[B]] oder [[C]] oder [ANS], wenn diese Variable eine Matrix enthält.
2. Drücken Sie [(], geben die Zeilennummer des Matrixelements ein und drücken dann [ALPHA] [,].
3. Geben Sie die Spaltennummer des Matrixelements ein und drücken dann [)].

Bei der Berechnung des Ausdrucks wird der Wert des Matrixelements verwendet.

Variable zum Speichern von Matrixdimensionen

Für komplexere Anwendungen wie das Programmieren lassen sich Werte direkt in den Dimensionsvariablen einer Matrix speichern. Diese Variablen können auch in Ausdrücken verwendet werden.

Speichern einer Dimensionsvariablen

Um eine Variable, die die Dimension einer Matrix angibt, einzuspeichern, beginnen Sie auf einer Leerzeile.

1. Geben Sie den zu speichernden Wert ein. Dieser Wert kann ein Ausdruck sein.

2. Drücken Sie [STO►].

3. Drücken Sie [VARS] [▶] [▶] [▶], um die DIM-Rubrik im VARS-Menü einzublenden.

Menü	Beschreibung
XY Σ LR **DIM** RNG	
1: Arow	Zeilenanzahl in Matrix [A]
2 : Acol	Spaltenanzahl in Matrix [A]
3 : Brow	Zeilenanzahl in Matrix [B]
4 : Bcol	Spaltenanzahl in Matrix [B]
5 : Crow	Zeilenanzahl in Matrix [C]
6 : Ccol	Spaltenanzahl in Matrix [C]
7 : Dim{x}	Länge der Liste mit Statistikdaten*

* siehe dazu die Seiten 7-10 und 7-11.

4. Drücken Sie die Nummer der Variablen, die Sie anwählen möchten. Der Name der Variablen wird an die Cursorstelle kopiert.

5. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen.

Nach Ausführung der Anweisung speichert der TI-81 den Wert in der Variablen, die der Matrixdimension zugeordnet ist.

Verwenden der Dimensionsvariablen in einem Ausdruck

Um die Dimensionsvariable einer Matrix in einem Ausdruck zu verwenden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [VARS] [▶] [▶] [▶] , um die DIM-Rubrik im VARS-Menü einzublenden.

2. Drücken Sie die Nummer der Variablen, die Sie anwählen möchten. Der Name der Variablen wird an die Cursorstelle kopiert.

Bei der Berechnung des Ausdrucks wird der der Matrixdimension zugeordnete Wert verwendet.

Anwendungsbeispiel: Lösen eines Gleichungssystems

Verwenden Sie die Zeilenoperationen im TI-81 zur Lösung von linearen Gleichungssystemen mit drei Variablen.

Aufgabenstellung

Sie lösen ein lineares Gleichungssystem, indem Sie die Koeffizienten als Matrixelemente eingeben und durch Zeilenoperationen eine Vereinfachung erreichen.

Finden Sie die Lösungen von

$$x + 2y + 3z = 3$$
$$2x + 3y + 4z = 3$$

Lösung

1. Drücken Sie [MATRX] . Wählen Sie die EDIT-Rubrik und geben die folgenden Elemente für [A] in eine 2x4 Matrix ein.

   [1 2 3 3]
   [2 3 4 3]

2. Mit [2nd] [QUIT] kehren Sie zum Eingabedisplay zurück. Beginnen Sie auf einer Leerzeile. Drücken Sie [MATRX]. Benutzen Sie die ∗**Row+(**-Anweisung, um die 1. Zeile mit -2 zu multiplizieren und zur 2. Zeile zu addieren. Das Matrixergebnis wird angezeigt und in **Ans** eingespeichert. Die vollständige Anweisung ist:

   ∗**Row+(-2,[A],1,2)**

3. Drücken Sie [MATRX]. Benutzen Sie die ∗**Row(**-Anweisung, um die 2. Zeile der Matrix in **Ans** mit -1 zu multiplizieren. Das Matrixergebnis wird angezeigt und in **Ans** eingespeichert. Die vollständige Anweisung ist:

   ∗**Row(-1,Ans,2)**

4. Drücken Sie [MATRX]. Benutzen Sie die ∗**Row+(**-Anweisung, um die 2. Zeile der Matrix in **Ans** mit -2 zu multiplizieren und zur 1. Zeile zu addieren. Die so erhaltene Vereinfachung der Matrix wird angezeigt und in Ans eingespeichert. Die vollständige Anweisung ist:

   ∗**Row+(-2,Ans,2,1)**

   Das ergibt:

   ```
   [  1   0   -1   -3  ]        gilt   x = -3 + z
   [  1   0    2    3  ]               y = 3 - 2z
   ```

Kapitel 7: Statistikberechnungen

In diesem Kapitel werden die Funktionen des TI-81 zur Eingabe und Auswertung von statistischen Daten beschrieben. Es lassen sich Statistikergebnisse mit ein oder zwei Variablen berechnen, Regressionsanalysen durchführen und diese Daten graphisch darstellen.

Inhaltsverzeichnis

Beschreibung des STAT-Menüs

Durch Drücken der Tasten [2nd] [STAT] haben Sie Zugang zu dem STAT-Menü. Es besteht aus drei Rubriken, die jede eine Funktion im Statistikbereich ermöglichen: Statistikberechnungen (CALC), Zeichnen von Statistikdiagrammen (DRAW) und Eingabe sowie Bearbeitung von Daten (DATA).

Das STAT-Menü

Rubrik	Beschreibung
CALC DRAW	DATA
1: 1-Var	Berechnet Statistikergebnisse mit einer Variablen
2 : LinReg	Berechnet lineare Regression
3 : LnReg	Berechnet logarithmische Regression
4 : ExpReg	Berechnet Exponentialregression
5 : PwrReg	Berechnet Potenzregression
CALC **DRAW**	DATA
1: Hist	Darstellung eines Histogramms
2 : Scatter	Darstellung von Daten als Streubild
3 : xyLine	Darstellung von Daten als Liniendiagramm
CALC DRAW	**DATA**
1: Edit	Eingabe oder Bearbeitung von Daten
2 : ClrStat	Löschen der Daten
3 : xSort	Sortieren der Daten nach X-Werten
4 : ySort	Sortieren der Daten nach Y-Werten

Anmerkungen zum STAT-Menü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Bei Anwählen einer Option imSTAT-Menü (mit Ausnahme von <Edit>) wird sie an die Stelle kopiert, an der sich der Cursor befindet.

Bei Anwählen von <Edit> in der DATA-Rubrik im STAT-Menü erscheint das Menü für Werteingabe der Daten im Display.

Anmerkung: Der Rechner verfügt über gemeinsamen Speicherraum für Statistikdaten und Programme. Wenn keine Programme gespeichert sind, können Sie 150 Datenpunkte sichern. Wenn kein Speicherraum mehr zur Verfügung steht, können Sie ein Programm löschen und so Speicherraum freimachen (siehe dazu Seite 8-9). Der Speicherstatus wird im RESET-Display angezeigt (siehe Seite 1-33).

Statistische Analyse

Zur Durchführung von statistischen Analysen löschen Sie den Datenraum und geben dann die neuen Daten ein. Jeder Datenpunkt hat einen X-Wert und einen Y-Wert.

Statistikdaten

Datenpunkte werden bei einer Analyse als Daten mit einer oder zwei Variablen interpretiert, nicht aber bei der Eingabe der Punkte.

- Bei Daten mit einer Variablen geben die Y-Werte die Häufigkeit der zugeordneten X-Werte an.
- Bei Daten mit zwei Variablen sind die X-Werte unabhängige Variablen, die Y-Werte hingegen abhängige Variablen.

Das Löschen vorhandener Daten

Um vorhandene Statistikdaten auf einfache Weise zu löschen, beginnen Sie auf einer Leerzeile des Eingabedisplays oder des Programmdisplays.

1. Drücken Sie die Tasten [2nd] [STAT] [◄] , um die DATA-Rubrik im STAT-Menü in die Anzeige zu bringen.

2. Wählen Sie <ClrStat> in der DATA-Rubrik.

   Der **ClrStat**-Befehl wird an die aktuelle Cursorposition im Eingabe- oder Programmdisplay kopiert.

3. Mit [ENTER] wird der Befehl ausgeführt.

Nach Ausführung des Befehls werden alle Statistikdaten im Speicher gelöscht und es erscheint die Meldung **Done** in der Anzeige. Der Befehl **ClrStat** löscht die X-Werte ganz und setzt die Y-Werte auf 1. Außerdem löscht es die statistischen Kennwerte. (siehe Seite 7-10).

Das Löschen von statistischen Kennwerten hat keinen Einfluß auf sonstige gespeicherte Daten wie andere Variablen, Matrixwerte oder Programme.

Eingabe und Bearbeitung von Daten

Statistische Daten werden in dem Datendisplay eingegeben. Sie haben Zugang zu diesem Display über die DATA-Rubrik im STAT-Menü.

Eingabe eines neues Datensatzes

Nach dem Löschen der alten Statistikdaten gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die [2nd] [STAT] [◀], um die DATA-Rubrik im STAT-Menü in die Anzeige zu bringen.

2. Wählen Sie <Edit>, um das Datendisplay in die Anzeige zu bringen.

```
DATA
x1=
y1=1
```

   Der Cursor befindet sich auf dem ersten X-Wert.

3. Geben Sie den X-Wert ein und drücken [ENTER]. Der Cursor geht auf den Y-Wert.

4. Geben Sie den neuen Wert für Y ein und drücken [ENTER]. Der Cursor geht auf den folgenden X-Wert.
   Anmerkung: Bei Daten mit einer Variablen steht der Y-Wert für die Häufigkeit des zugeordneten X-Wertes und muß dementsprechend eine ganze Zahl größer oder gleich Null sein. Mit [ENTER] bestätigen Sie den Standardwert 1, andernfalls geben Sie die Häufigkeit für X ein.

5. Geben Sie den X-Wert ein und drücken [ENTER]. Der Cursor geht auf den Y-Wert.

Verlassen des Datendisplays

Nach Eingabe oder Bearbeitung der Statistikwerte verlassen Sie das Datendisplay im STAT-Menü auf eine der folgenden Arten:

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der entsprechenden Taste, beispielsweise [2nd] [STAT].

- Mit [2nd] [QUIT] kehren Sie zum Eingabedisplay zurück.

Bearbeitung von Statistikdaten

Um Statistikdaten zu bearbeiten, wählen Sie <Edit> in der DATA-Rubrik im STAT-Menü. Das Datendisplay zeigt die Daten an, die Sie eingegeben haben. Um den Wert eines Datenpunktes zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie den Cursor auf den Datenpunkt, den Sie ändern wollen. Um schnell vom ersten Datenpunkt zum ersten freien Datenpunkt am Ende der Liste zu gelangen, drücken Sie [▲].
2. Den neuen Datenwert geben Sie auf eine der folgenden Arten ein:
   - Sie geben den neuen Wert ein, wodurch automatisch der ursprüngliche Wert gelöscht wird.
   - Mit den Cursortasten [▶] bzw. [◀] setzen Sie den Cursor auf die Ziffer, die Sie ändern wollen. Dann geben Sie den neuen Wert an dieser Stelle ein oder Sie löschen sie mit der Taste [DEL].
3. Drücken Sie [ENTER]. Der Cursor geht zum folgenden Wert.

Einfügen von Statistikdaten

Um einen neuen Datenpunkt einzufügen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Sie setzen den Cursor auf den Datenpunkt, vor dem Sie etwas einfügen wollen.
2. Mit Taste [◀] setzen Sie den Cursor auf das =Zeichen des X- oder Y-Wertes.
3. Drücken Sie [INS]: Der neue Datenpunkt ist erstellt. Der Cursor befindet sich auf dem X-Wert.
4. Geben sie die Werte für X und Y ein.

Löschen von Statistikdaten

Um einen Datenpunkt zu löschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Sie setzen den Cursor auf den Datenpunkt, den Sie löschen wollen.
2. Mit Taste [◀] setzen Sie den Cursor auf das =Zeichen des X- oder Y-Wertes.
3. Drücken Sie [DEL]: Der Datenpunkt ist gelöscht.

Sortieren von Daten

Mit dem TI-81 lassen sich Datensätze in numerischer Reihenfolge vom kleinsten zum größten Wert in bezug auf X oder Y ordnen.

Sortieren von Statistikdaten

Um Statistikdaten zu sortieren, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [2nd] [STAT] [◄], um die DATA-Rubrik im STAT-Menü anzuzeigen.

2. Wählen Sie die Sortieroption, die Sie wünschen:

   - Drücken Sie [3] für die Option <xSort>, um nach X-Werten zu sortieren.

   - Drücken Sie [4] für die Option <ySort>, um nach Y-Werten zu sortieren.

   Die Anweisung **xSort** oder **ySort** wird an die aktuelle Cursorstelle kopiert.

3. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen.

Nach Ausführung der Anweisung werden die Datenpunkte in der Liste sortiert und die Meldung **Done** wird angezeigt.

Anzeigen von sortierten Daten

Um sortierte Daten in die Anzeige zu bringen, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- Um jeden Datenpunkt anzusehen, drücken Sie [2nd] [STAT] [◄]. Wählen Sie die Option <Edit> in der DATA-Rubrik.

- Um die Daten graphisch darzustellen, drücken Sie [2nd] [STAT] [◄] und wählen Sie die Option <xyLine> in der DATA-Rubrik im STAT-Menü (siehe die Seiten 7-14 bis 7-16).

Statistik mit einer Variablen

Statistische Kennwerte werden mit der CALC-Rubrik im STAT-Menü berechnet und angezeigt. Die Option <1-Var> interpretiert den X-Wert als Datenpunkt und den Y-Wert als dessen Häufigkeit.

Berechnen von statistischen Kennwerten

Um aus statistischen Daten mit einer Variablen die statistischen Kennwerte zu berechnen, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [2nd] [STAT], um die CALC-Rubrik im STAT-Menü anzuzeigen.

2. Wählen Sie <1-Var>.

   Die Anweisung **1-Var** wird an die aktuelle Cursorstelle kopiert.

3. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen.

Nach Ausführung der Anweisung werden die üblichen statistischen Kennwerte wie $\bar{x}$, Σx, Σx^2, **Sx**, σx und **n** berechnet und angezeigt wie im untenstehenden Beispiel:

```
1-Var
 x̄=2.5
 Σx=10
 Σx²=30
 Sx=1.290994449
 σx=1.118033989
 n=4
```

Außerdem können Sie im TI-81 berechnete statistische Kennwerte in Variablen speichern, auf die Sie über das VARS-Menü zugreifen (siehe Seite 7-10).

Statistik mit zwei Variablen

Für Statistikberechnungen mit zwei Variablen verfügt die CALC-Rubrik im STAT-Menü über vier Regressionsmodelle für Extrapolation und Vorhersage. Der X-Wert wird als unabhängige Variable interpretiert, der Y-Wert als abhängige Variable. Die Regressionsanalyse berechnet auch die üblichen statistischen Kennwerte.

Berechnen von statistischen Kennwerten

Um die Regression eines eingegebenen Datensatzes zu berechnen, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

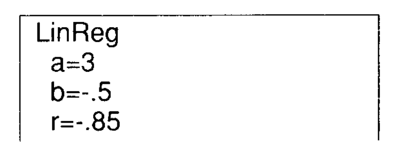
1. Drücken Sie [2nd] [STAT], um die CALC-Rubrik im STAT-Menü anzuzeigen.

2. Wählen Sie die Option, die dem gewünschten Regressionsmodell entspricht:

   - Für eine lineare Regression wählen Sie die Option <LinReg>.
   - Für eine logarithmische Regression wählen Sie die Option <LnReg>.
   - Für eine Exponentialregression wählen Sie die Option <ExpReg>.
   - Für eine Potenzregression wählen Sie die Option <PwrReg>.

3. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen.

Nach Ausführung der Anweisung werden die üblichen Ergebnisse wie im untenstehenden Beispiel angezeigt:



Außerdem werden im TI-81 alle berechneten statistischen Kennwerte in Variablen gespeichert, selbst solche, die nicht angezeigt werden. Auf Seite 7-10 wird erklärt, wie Sie Zugang zu diesen statistischen Kennwerten haben.

Die Regressionsmodelle

Modell	**Formel**	**Einschränkungen**
Linear	$Y = a + b X$	
Logarithmisch	$Y = a + b \ln(X)$	Positive X-Werte
Exponential	$Y = a b^x$	Positive Y-Werte
Potenz	$Y = a X^b$	Positive X- und Y-Werte

Die Statistikergebnisse werden mit transformierten Werten berechnet:

- Das lineare Modell benutzt X und Y.
- Das logarithmische Modell benutzt ln(X) und Y.
- Das Exponentialmodell benutzt X und ln(Y).
- Das Potenzmodell benutzt ln(X) und ln(Y).

Der TI-81 berechnet die Werte für **a** und **b** gemäß dem gewählten Regressionsmodell. Die Ergebnisse werden in den Variablen **a** und **b** gespeichert, auf die Sie in der LR-Rubrik im VARS-Menü zugreifen können.

Außerdem berechnet der TI-81 den Korrelationskoeffizienten ***r***, der die Güte der Annäherung der Daten durch die Gleichung angibt. Im allgemeinen gilt: je näher ***r*** 1 oder -1 ist, desto genauer ist die Annäherung; je näher ***r*** 0 ist, desto ungenauer ist die Annäherung. Sie haben Zugang zu den Koeffizienten r über die LR-Rubrik im VARS-Menü.

Der TI-81 berechnet und speichert die Regressionsgleichung in der **RegEQ**-Variablen (siehe Seite 7-13).

Der Rechner ermittelt auch andere statistische Kennwerte, die nicht angezeigt werden, jedoch haben Sie auf diese Zugriff über das VARS-Menü (siehe Seite 7-10).

Statistische Kennwerte

Alle statistische Kennwerte einschließlich der Regressionsgleichung können über das VARS-Menü aufgerufen werden. Die Variablen können angezeigt oder in Ausdrücken verwendet werden. Diese Variablen werden bei der Berechnung von Statistikergebnissen aktualisiert. Sie können nicht als Speicher benutzt werden.

Das VARS-Menü

Menü	Beschreibung
XY Σ LR DIM RNG	
1: n	Anzahl der Datenpunkte
2 : $\bar{x}$	Mittelwert der X-Werte
3 : Sx	Standardabweichung der Stichprobe von x
4 : σx	Standardabweichung der Grundgesamtheit von x
5 : $\bar{y}$	Mittelwert der Y-Werte
6 : Sy	Standardabweichung der Stichprobe von y
7 : σy	Standardabweichung der Grundgesamtheit von y
XY **Σ** LR DIM RNG	
1: Σx	Summe der X-Werte
2 : Σx^2	Summe der Quadrate der X-Werte
3 : Σy	Summe der Y-Werte
4 : Σy^2	Summe der Quadrate der Y-Werte
5 : Σxy	Summe der Produkte aus X und Y
XY Σ **LR** DIM RNG	
1: a	Koeffizient a der Regressionsgleichung
2 : b	Koeffizient b der Regressionsgleichung
3 : r	Korrelationskoeffizient
4 : RegEQ	Regressionsgleichung
XY Σ LR **DIM** RNG(1)	
1: Arow	Zeilenanzahl in Matrix [A]
2 : Acol	Spaltenanzahl in Matrix [A]
3 : Brow	Zeilenanzahl in Matrix [B]
4 : Bcol	Spaltenanzahl in Matrix [B]
5 : Crow	Zeilenanzahl in Matrix [C]
6 : Ccol	Spaltenanzahl in Matrix [C]
7 : Dim{x}	Länge der Liste mit Statistikdaten

(1) Die Rubrik RNG im VARS-Menü wird in Kapitel 3 beschrieben. Die Dimension der Matrizen, DIM-Rubrik im VARS-Menü, wird in Kapitel 6 beschrieben.

Anmerkungen zu dem VARS-Menü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Bei Anwahl einer Variablen im VARS-Menü (außer **RegEQ**) wird der Name der Variablen an die Cursorstelle kopiert.

Bei Anwahl der Option <RegEQ> im VARS-Menü wird die Regressionsgleichung mit ihren numerischen Koeffizienten an die Cursorstelle kopiert.

Ergebnisse mit einer Variablen

Nach Ausführung der **1-Var**-Anweisung in der CALC-Rubrik im VARS-Menü wird nur für die Kennwerte $\bar{\mathbf{x}}$, **Σx**, **Σx²**, **Sx**, **σx** und **n** eine Berechnung durchgeführt und sie sind gültig für einen Ausdruck.

Ergebnisse mit zwei Variablen

Nach Ausführung eines Regressionsmodells in der CALC-Rubrik im STAT-Menü wird für alle statistische Kennwerte eine Berechnung durchgeführt und sie sind gültig für einen Ausdruck.

Die DIM{x}-Variable

Der Rechner speichert die physische Länge der Liste von Statistikdaten in der **DIM{x}**-Variablen. Für Daten mit zwei Variablen ist **DIM{x}** gleich **n** (der Anzahl von Datenpunkten). Für Daten mit einer Variablen kann **DIM{x}** ungleich **n** sein.

Anzeigen eines Kennwertes

Um einen statistischen Kennwert aufzurufen und anzuzeigen, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [VARS], um Zugang zu dem VARS-Menü zu haben.

2. Gehen Sie mit [▶] zur gewünschten Rubrik. Drücken Sie die Optionsnummer des gewünschten Kennwertes.

   Der Variablenname wird an die aktuelle Cursorstelle kopiert.

3. Drücken Sie [ENTER], um den Kennwert anzuzeigen.

Verwendung eines Kennwertes in einem Ausdruck

Um einen Kennwert in einem Ausdruck zu verwenden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [VARS], um Zugang zu dem VARS-Menü zu haben.

2. Gehen Sie mit [▶] zur gewünschten Rubrik. Drücken Sie die Optionsnummer des gewünschten Kennwertes.

   Der Variablenname wird an die aktuelle Cursorstelle kopiert.

3. Geben Sie den weiteren Ausdruck ein.

Die RegEQ-Variable

Die **RegEQ**-Variable enthält die zuletzt berechnete Regressionsgleichung. Sie haben die Möglichkeit, sie in die Y=-Funktionsliste oder in das Eingabedisplay zu kopieren. Um auf die Variable zuzugreifen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [VARS] [▶] [▶], um die LR-Rubrik im VARS-Menü anzuzeigen.

2. Wählen Sie die Option <RegEQ>.

   Der Ausdruck in **RegEQ** wird an die aktuelle Cursorstelle kopiert. Er enthält die numerischen Werte für **a** und **b**, nicht die Variablennamen, z. B. 3 + 5X.

3. Um im Eingabedisplay den Ausdruck für den aktuellen X-Wert zu berechnen, drücken Sie [ENTER].

Graphische Darstellung statistischer Daten

Nach Eingabe der statistischen Daten ermöglicht eine Option der DRAW-Rubrik im STAT-Menü, diese graphisch darzustellen. Die Kapitel 3 und 5 beschreiben die Graphikfunktionen ausführlich.

Zur Vorbereitung der DRAW-Funktion

Die Funktionen der DRAW-Rubrik im STAT-Menü sind eng mit den GRAPH- und DRAW-Optionen verbunden.

- Die RANGE-Variablen definieren den Darstellungsbereich.
- Statistikdaten werden in die Graphik der in der Y=-Liste aktivierten Funktionen gezeichnet.

Vor dem Zeichnen eines Statistikschaubildes führen Sie die folgenden Operationen aus:

1. Drücken Sie [RANGE], um die Bereichsvariablen zu überprüfen und zu ändern (siehe Seite 3-8).
2. Drücken Sie [Y=], um Funktionen der Y=-Liste zu bearbeiten, zu aktivieren oder zu deaktivieren (siehe dazu die Seiten 3-5 bis 3-7).

Anmerkung: Sie können ein vorhandenes Statistikschaubild durch Drücken von [2nd] [DRAW] und Wählen der Option <ClrDraw> löschen.

Graphische Darstellung der Daten

Um eingegebene Statistikdaten graphisch darzustellen, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Drücken Sie [2nd] [STAT] [▶], um die DRAW-Rubrik im STAT-Menü anzuzeigen.

2. Wählen Sie den gewünschten Graphiktypen:

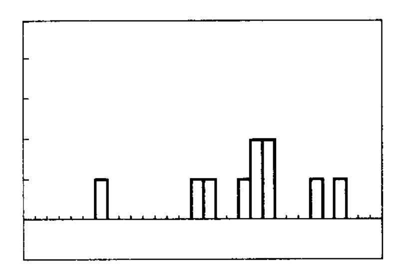
- Sie wählen ein Histogramm mit der Option <Hist>.
- Sie wählen ein Streubild mit der Option <Scatter>.
- Sie wählen ein Liniendiagramm mit der Option <xyLine>.

3. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen.

Zur Ausführung der Anweisung wird die Graphik angezeigt.

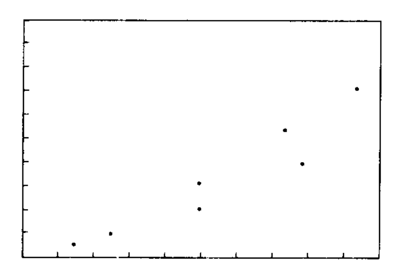
Die <Hist>-Option: Histogramm

Mit der Anweisung **Hist** werden Daten mit einer Variablen als Balkendiagramme gezeichnet. Die **Xscl**-Variable im RANGE-Menü definiert die Breite der Balken bzw. Intervalle. Ein Statistikwert auf einer Intervallgrenze wird im folgenden rechten Balken berücksichtigt.



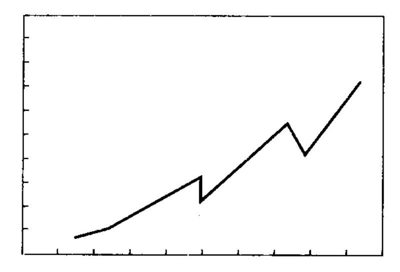
Die <Scatter>-Option: Streubild

Mit der Anweisung **Scatter** wird jeder Datenpunkt als Koordinatenpunkt gezeichnet.



Die <xyLine>-Option: Liniendiagramm

Mit der Anweisung **xyLine** werden die Datenpunkte mit Verbindungsstrecke in der Reihenfolge der Datenliste gezeichnet. Mit der **xSort** -Option können Sie die Daten zuvor ordnen.



Speichern und Aufrufen von Daten

Für komplexere Funktionen wie das Programmieren können Daten direkt über das Eingabedisplay oder ein Programm gespeichert oder aufgerufen werden.

Speichern eines Datenpunkts

Um einen Datenpunkt zu speichern, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay oder in einem Programm.

1. Geben Sie den zu speichernden Wert ein. Dieser Wert kann ein Ausdruck sein.

2. Drücken Sie [STO►] .

3. Drücken Sie [2nd] [{x}] bzw. [2nd] [{y}].

   {x}(bzw. {y}(werden an die aktuelle Cursorstelle kopiert.

4. Geben Sie die Nummer des Datenpunktes (eventuell als Ausdruck) ein, in dem der Wert gespeichert werden soll, und drücken Sie [)].

   Anmerkung: Sie können nach dem letzten gewählten Datenpunkt nur noch einen weiteren eingeben. Die Nummer des letzten Datenpunktes ist in der **DIM{x}**-Variablen der DIM-Rubrik im VARS-Menü enthalten.

5. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen.

Nach Ausführung der Anweisung lädt der TI-81 den Wert in den zugeordneten Datenpunkt.

Verwenden eines Datenpunktes

Um einen Datenpunkt in einem Ausdruck zu verwenden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [2nd] [{x}] bzw. [2nd] [{y}].

   {x}(bzw. {y} werden an die aktuelle Cursorstelle kopiert.

2. Geben Sie den Ausdruck für die Nummer des Datenpunktes, den Sie verwenden wollen, ein, und drücken Sie [)].

3. Geben Sie den weiteren Ausdruck ein.

Anwendungsbeispiel mit einer Variablen

Berechnen Sie die statistischen Kennwerte für Punkte in einem Klassenquiz.

Aufgabenstellung

In einem Klassenquiz haben die Schüler folgende Resultate erzielt: 76, 89, 88, 96, 90, 94, 90, 84, 85 und 89. Berechnen Sie den Mittelwert und die Standardabweichung.

Lösung

1. Löschen Sie bestehende Daten mit [2nd] [STAT] [◄] <ClrStat> [ENTER].

2. Mit [2nd] [STAT] [◄] wird die DATA-Rubrik des STAT-Menüs eingeblendet. Wählen Sie die Option <Edit> und geben die Ergebnisse als Daten mit einer Variablen ein.
   Sie stellen fest, daß zwei Schüler 90 Punkte und zwei 89 erzielt haben. Geben Sie diese Daten mit einer Häufigkeit von 2 ein. Für alle anderen gilt die Standardhäufigkeit 1.

x1 =76	y1 = 1
x2 = 89	y2 = 2
x3 = 88	y3 = 1
x4 = 96	y4 = 1
x5 = 90	y5 = 2
x6 = 94	y6 = 1
x7 = 84	y7 = 1
x8 = 85	y8 = 1

3. Mit [2nd] [STAT] wird die CALC-Rubrik des STAT-Menüs eingeblendet. Wählen Sie <1-Var>. Die Anweisung **1-Var** wird in das Eingabedisplay kopiert.

4. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen. Die Ergebnisse werden angezeigt.

```
1-Var
 x̄=88.1
 Σx=881
 Σx²=77895
 Sx=5.566766466
 σx=5.281098371
 n=10
```

Anwendungsbeispiel mit zwei Variablen

Führen Sie auf der Basis beobachteter Daten eine Regressionsberechnung durch, um ein Ergebnis vorherzusagen.

Aufgabenstellung

Eine Untersuchung von Großstadtgebieten hat die folgende mittlere Anzahl von Gebäuden mit über 12 Stockwerken pro Gebiet ermittelt:

Einwohner	Gebäude
150.000	4
250.000	9
500.000	31
500.000	20
750.000	55
800.000	42
950.000	73

Wie hoch schätzen Sie die Gebäudezahl mit über 12 Stockwerken, wenn Sie die beobachteten Daten als Basis nehmen in einer Stadt von 300.000 Einwohnern?

Lösung

1. Mit [2nd] [STAT][◄] wird die DATA-Rubrik des STAT-Menüs eingeblendet. Wählen Sie die Option <Edit> und geben die Daten ein.

2. Drücken Sie [2nd] [STAT]. Nacheinander wählen Sie jedes Regressionsmodell und führen es durch. Sichern Sie den Wert von **r** bei jeder Berechnung.

3. Drücken Sie [2nd] [STAT]. Führen Sie das Potenzregressionsmodell durch, das für **r** den Wert ergeben hat, der dem Absolutwert von 1 am nächsten ist.

4. Speichern Sie 300.000 in der X-Variablen.

5. Drücken Sie [VARS]. Wählen Sie die LR-Rubrik im VARS-Menü. Wählen Sie die Option <RegEQ> um folgende Regressionsgleichung in das Eingabedisplay zu kopieren:

   4.874211472E - 8X ^ 1.529413355

6. Drücken Sie [ENTER]. Die Vorhersage auf der Basis der beobachteten Daten besagt, daß eine Stadt von 300.000 Einwohnern 12 Gebäude (von 11.60611211 aufgerundet) mit über 12 Etagen hätte.

Kapitel 8: Programmieren

Dieses Kapitel beschreibt die Programmierfunktionen des TI-81.

Inhaltsverzeichnis

Beschreibung des PRGM-Menüs

Mit der PRGM-Taste haben Sie Zugang zu den Programmierfunktionen, jedoch nicht von dem Programm-Editierfenster aus. Das Menü enthält drei Rubriken für die drei Arten von Operationen mit Programmen: Programmausführung (EXEC), Bearbeitung (EDIT) und Löschen von Programmen (ERASE).

Das PRGM-Menü

Menü	Beschreibung
EXEC EDIT ERASE	
1: Prgm1 *Name*	Führt Programm 1 aus
2 : Prgm2 *Name*	Führt Programm 2 aus
3 : Prgm3	(etc.)
4 : Prgm4	
etc.	Programme 5 ...9, 0, A ... Z, θ
EXEC **EDIT** ERASE	
1: Prgm1 *Name*	Bearbeitet Programm 1
2 : Prgm2 *Name*	Bearbeitet Programm 2
3 : Prgm3	(etc.)
4 : Prgm4	
etc.	Programme 5 ...9, 0, A ... Z, θ
EXEC EDIT **ERASE**	
1: Prgm1 *Größe*	Löscht Programm 1
2 : Prgm2 *Größe*	Löscht Programm 2
3 : Prgm3	(etc.)
4 : Prgm4	
etc.	Programme 5 ...9, 0, A ... Z, θ

Anmerkungen zu dem PRGM-Menü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Bei der Anwahl eines Programmnamens von der EXEC-Rubrik aus wird er in das Eingabedisplay kopiert.

Bei der Anwahl eines Programmnamens von der EDIT-Rubrik aus wird das Editierfenster dieses Programms eingeblendet.

Bei der Anwahl eines Programmnamens von der ERASE-Rubrik aus werden die Optionen der ERASE-Rubrik eingeblendet.

Vorbemerkungen zum Programmieren

Der TI-81 kann bis zu 37 Programme speichern. Durch die Konstantspeicherfunktion bleiben die Programme automatisch auch nach Abschalten des TI-81 gespeichert.

Eingabe oder Bearbeitung eines Programms

Ein Programm besteht aus Programmanweisungen. Eine Programmanweisung kann ein Ausdruck oder ein Befehl sein.

Ein Doppelpunkt zeigt den Beginn einer Programmanweisung an. Wenn eine Anweisung länger als eine Zeile in der Anzeige ist, wird ihre Eingabe auf der folgenden Zeile fortgeführt.

Sie können in Programmen Variablen, Funktionen, Graphikoperationen und Matrix- oder Statistikrechnungen verwenden.

Bei Aufruf eines anderen Menüs erscheint dieses solange in der Anzeige, bis Sie eine Option darin angewählt haben.

Durch Betätigen der Taste [PRGM] vom Programm-Editierfenster aus werden die verschiedenen Rubriken mit den Programmieranweisungen eingeblendet (siehe Seite 8-10).

Der Speicher dient sowohl dem Einspeichern von Programmen als auch von statistischen Datensätzen. Wenn keine Statistikdaten gespeichert sind, stehen 2400 Bytes für Programme zur Verfügung. Der Speicherstatus wird in der RESET-Anzeige eingeblendet (siehe Seite 1-33). Falls der Speicher voll ist, können Sie Speicherplatz freimachen, indem Sie Statistikdaten oder ein Programm löschen (siehe Seite 7-3).

Der TI-81 stellt bei der Programmausführung auftretende Fehler fest, doch nicht bei der Programmeingabe oder -bearbeitung.

Ausführung eines Programms

Variablen sind übergreifend. Wird ein Wert von einem Programm aus in eine Variable eingespeichert, hat das eine Änderung des gespeicherten Wertes bei der Programmausführung zur Folge.

Bei der Programmausführung wird die **Ans**-Variable ebenso aktualisiert wie Ausdrücke im Eingabedisplay.

Bei der Ausführung der einzelnen Programmbefehle wird der Letzte Ausdruck (Last Entry) nicht aktualisiert.

Eingabe eines Programms

Allgemein gilt, daß eine Anweisung in ein Programm aufgenommen werden kann, wenn sie in das Eingabedisplay kopiert und von dort ausgeführt werden kann.

Anwahl eines Programms

Um ein Programm anzuwählen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [PRGM] [▶], um die EDIT-Rubrik im PRGM-Menü anzuzeigen.

2. Wählen Sie die Nummer oder den Buchstaben für das Programm, das Sie eingeben oder bearbeiten möchten. Programme werden durch die Zahlen 1...9 und 0, durch die Buchstaben A...Z oder durch den griechischen Buchstaben θ gekennzeichnet. Drücken Sie beispielsweise [1] für Programm 1 oder [ALPHA] [Z] für Programm Z.

   Folgendes Programm-Editierfenster wird eingeblendet:

```
Prgm1:
:
```

Eingabe eines Programms

Um einem Programm einen Namen zu geben und Programmanweisungen in ein Programm einzugeben, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Geben Sie einen Programmnamen von maximal 8 Zeichen ein (Buchstaben, Zahlen und Dezimalpunkt). So ist das Programm später leicht zu bezeichnen.

   Anmerkung: Zur leichteren Benutzung ist das Tastenfeld des TI-81 bei der Eingabe von Programmnamen automatisch auf Alphazeichen eingestellt. Zur Eingabe einer Zahl im Programmnamen drücken Sie [ALPHA], um diese Einstellung aufzuheben.

2. Drücken Sie [ENTER].

   Der Cursor geht zur ersten Programmlinie. Ein Doppelpunkt zeigt den Beginn der Anweisung an.

3. Drücken Sie [ENTER].

   Der Cursor geht zur nächsten Anweisungslinie. Ein Doppelpunkt zeigt den Beginn der Anweisung an.

4. Geben Sie die nächste Programmanweisung ein. Und geben Sie auf diese Weise alle weiteren Programmanweisungen ein.

Anmerkungen zur Eingabe der Programmanweisungen

Beginnen Sie jede Programmanweisung auf einer neuen Linie unmittelbar nach dem Doppelpunkt.

Neben den in diesem Kapitel beschriebenen Programmanweisungen kann eine Anweisung in ein Programm aufgenommen werden, wenn sie in das Eingabedisplay kopiert und von dort ausgeführt werden kann. Sie können eine Graphik nicht mit den Tasten [ZOOM] oder [TRACE] von einem Programm aus untersuchen.

Den im Eingabedisplay zuletzt berechneten Ausdruck können Sie mit [2nd] [ENTRY] in ein Programm kopieren, so wie Sie es vom Eingabedisplay her gewohnt sind.

Nach der letzten Programmanweisung fügt der Rechner intern eine **End**-Anweisung hinzu.

Verlassen der EDIT-Rubrik

Nach beendeter Programmeingabe oder -bearbeitung müssen Sie die EDIT-Rubrik verlassen, um das Programm auszuführen.

Sie verlassen die EDIT-Rubrik im PRGM-Menü auf eine dieser Arten:

- Sie wählen ein anderes Display durch Drücken der betreffenden Taste, z. B. [GRAPH].

- Sie kehren durch Drücken von [2nd] [QUIT] zum Eingabedisplay zurück.

Ändern eines Programms

Nach Eingabe eines Programms kann es jederzeit geändert werden.

Ändern einer Programmanweisung oder einer Programmzeile

Um eine Programmzeile zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wenn die EDIT-Rubrik im PRGM-Menü nicht in der Anzeige ist, blenden Sie sie durch Drücken von [PRGM] [▶] ein. Dann wählen Sie das Programm, das Sie ändern möchten. Das Programm-Editierfenster wird eingeblendet.

2. Setzen Sie den Cursor mit [▲] und [▼] auf die Anweisung, die Sie ändern möchten.

3. Die neue Anweisung geben Sie auf eine dieser Arten ein:

   - Mit den Tasten [▶] bzw. [◀] setzen Sie den Cursor auf das Symbol, das Sie ändern möchten. Dann überschreiben Sie das Symbol oder ändern es mit der Taste [INS] oder [DEL].

   - Mit [CLEAR] löschen Sie die gesamte Programmanweisung. Geben Sie dann eine neue Programmanweisung ein.

Einfügen einer Programmanweisung oder einer Programmzeile

Um eine Programmanweisung in das Editierfenster einzufügen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Benutzen Sie die Cursortasten:

   - Sie fügen eine neue Zeile unterhalb einer Programmanweisung ein, indem Sie den Cursor an das Ende der Anweisung setzen.

   - Sie fügen eine neue Zeile oberhalb einer Programmanweisung ein, indem Sie den Cursor an den Anfang der Anweisung setzen.

2. Drücken Sie [INS] [ENTER] und eine Leerzeile wird eingefügt.

3. Geben Sie eine neue Anweisung auf der Leerzeile ein. Sie verlassen den INS-Modus durch erneutes Drücken von [INS].

Löschen einer Programmanweisung oder einer Programmzeile

Um eine Programmanweisung im Editierfenster zu löschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie den Cursor mit [▲] und [▼] auf die Anweisung, die Sie löschen möchten.

2. Mit [CLEAR] löschen Sie die gesamte Programmanweisung.

3. Mit [DEL] löschen Sie die Zeile.

Ausführen eines Programms

Um ein Programm auszuführen, wählen Sie den Programmnamen in der EXEC-Rubrik im PRGM-Menü.

Ausführen eines Programms vom Eingabedisplay aus

Um ein Programm auszuführen, beginnen Sie auf einer Leerzeile im Eingabedisplay.

1. Drücken Sie [PRGM], um die EXEC-Rubrik im PRGM-Menü anzuzeigen.
2. Wählen Sie die Nummer oder den Buchstaben für das Programm, das Sie ausführen möchten.

   Der Programmname wird in das Eingabedisplay kopiert.
3. Wählen Sie [ENTER], um die Anweisung zu beenden und die Programmausführung zu starten.

   Während der Programmausführung wird der Indikator für laufende Operation angezeigt. Wenn das Programm kein Ergebnis hat oder wenn ein **Input**-Eingabebefehl anschließend ausgeführt wurde, wird die Meldung **Done** am Ende der Programmausführung angezeigt.

Unterbrechen eines Programms

Durch Betätigen der Taste [ON] wird die Programmausführung unterbrochen. Halten Sie die Taste [ON] gedrückt, bis das Programm stoppt. Das Betätigen der Taste [ON] zur Programmunterbrechung löst die Anzeige einer Fehlermeldung aus:

- Drücken Sie [1] Goto Error, um im Programm-Editierfenster die zum Zeitpunkt des Abbruchs bearbeite Anweisung einzublenden.
- Drücken Sie [2] Quit, um zum Eingabedisplay zurückzukehren.

Löschen eines Programms

Um ein Programm zu löschen, wählen Sie den Programmnamen in der ERASE-Rubrik im PRGM-Menü.

Wahl und Löschen eines Programms

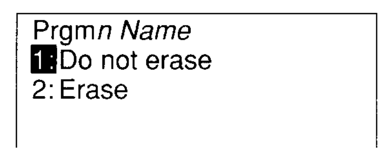
Um das zu löschende Programm anzuwählen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie [PRGM] [◀], um die ERASE-Rubrik im PRGM-Menü anzuzeigen.

   Die Größe jedes Programms wird neben dem Programmnamen angezeigt.

2. Wählen Sie die Nummer oder den Buchstaben für das Programm, das Sie löschen möchten.

   Die ERASE-Rubrik erscheint in der Anzeige. Der Programmname ist in der oberen Zeile angezeigt.



3. Wählen Sie die entsprechende Option:

   - Wenn Sie das Programm nicht löschen möchten, drücken Sie [1] für die <Do not erase> -Option. Sie kehren zum Eingabedisplay zurück.

   - Wenn Sie das Programm löschen möchten, drücken Sie [2] für die <Erase>-Option. Das Programm wird sofort gelöscht und Sie kehren zum Eingabedisplay zurück.

Programmieranweisungen

Mit der [PRGM] -Taste haben Sie von dem Programm-Editierfenster aus Zugang zu den Programmieranweisungen. Sie sind unterteilt in drei Rubriken: Kontrollanweisungen (CTL), Anweisungen zur Ein-/Ausgabe (I/O) und Ausführungsanweisungen (EXEC).

Das Anweisungsmenü

Rubrik	Beschreibung
CTL I / O EXEC	
1: Lbl	Definiert eine Marke
2 : Goto	Geht zu einer Marke
3 : If	Beginnt eine If-Anweisung
4 : IS>(	Inkrementiert und Sprung, wenn größer als
5 : DS<(	Dekrementiert und Sprung, wenn kleiner als
6 : Pause	Pausiert und blendet Anzeige ein
7 : End	Beendet Programm
8 : Stop	Stoppt Ausführung
CTL **I / O** EXEC	
1: Disp	Blendet Text oder Wert ein
2 : Input	Läßt Dateneingabe während Ausführung zu
3 : DispHome	Blendet Eingabedisplay ein
4 : DispGraph	Blendet Graphikdisplay ein
5 : ClrHome	Löscht Eingabedisplay
CTL I / O **EXEC**	
1: Prgm1 *Name*	Führt Programm 1 als Unterprogramm aus
2 : Prgm2 *Name*	Führt Programm 2 als Unterprogramm aus
3 : Prgm3	(etc.)
4 : Prgm4	
etc.	Programme 5 ... 9, 0, A ... Z, θ

Anmerkungen zu dem Anweisungsmenü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Beachten Sie, daß diese Anweisungen, auf die Sie nur über das Programm-Editierfenster Zugriff haben, ausschließlich der Programmierung dienen.

Bei der Anwahl einer Anweisung aus der CTL- oder I/O-Rubrik wird diese Anweisung an die Cursorstelle kopiert.

Bei der Anwahl eines Programmnamens in der EXEC-Rubrik wird der Programmname an die Cursorstelle in dem Programm-Editierfenster kopiert.

Die CTL-Rubrik: Kontrollanweisungen

Die Anweisungen in der CTL-Rubrik im PRGM-Menü steuern den Fluß bei der Programmausführung. Sie haben nur über das Programm-Editierfenster auf diese Anweisungen Zugriff.

Die Lbl- und Goto-Anweisungen

Die Anweisungen **Lbl** (Label) und **Goto** werden für Verzweigungsoperationen benutzt.

Lbl enthält ein Argument, das als Programmanweisung eine Markierung zuweist. Eine Markierung ist ein einzelner Buchstabe oder eine Zahl. Die Marken A bis Z und θ sind unabhängig von den Variablen A bis Z und θ.

Die vollständige Anweisung ist:

Lbl *Marke*

Goto enthält ein Argument, das die Marke ist, an die gesprungen werden soll. Durch die Anweisung wird im Programmablauf zur Marke gesprungen.

Die vollständige Anweisung ist:

Goto *Marke*

Die If-Anweisung

Die If-Anweisung wird für Vergleichs-, Iterations- und Verzweigungsoperationen benutzt. Sie enthält ein Argument. Das Argument ist ein Ausdruck, gewöhnlich ein Vergleichstest (siehe dazu die Seiten 2-11 und 2-12).

Wenn das Argument den Wert Null ergibt (d.h. der Test stimmt nicht), wird die nächste Anweisung übersprungen. Wenn das Argument nicht gleich Null ist (der Test stimmt), wird die Programmausführung mit der nächsten Anweisung weitergeführt.

Die vollständige Anweisung ist:

If *Ausdruck*

Zum Beispiel:

If A>B	Wenn A größer als B ist,
A ->J	wird A in J gespeichert; dann gehen Sie nach Lbl Q
Goto Q	Andernfalls wird A nicht in J gespeichert; Sie gehen nach Lbl Q.

Die IS>-Anweisung

Die **IS>(**-Anweisung (Inkrementieren und Sprung) enthält zwei Argumente, die durch Komma getrennt sind. Das erste Argument ist ein Variablenname. Das zweite Argument ist ein Wert oder ein Ausdruck, beide mit schließender Klammer. Die Anweisung addiert 1 zu dem Wert der Variablen und, wenn das Ergebnis größer als das zweite Argument ist, wird die folgende Anweisung übersprungen.

Die vollständige Anweisung ist:

IS>(*Variable,Ausdruck*)

Die DS<-Anweisung

Die **DS<(**-Anweisung (Dekrementieren und Sprung) enthält zwei Argumente, die durch Komma getrennt sind. Das erste Argument ist ein Variablenname. Das zweite Argument ist ein Wert oder ein Ausdruck, beide mit schließender Klammer. Die Anweisung subtrahiert 1 vom Wert der Variablen und, wenn das Ergebnis kleiner als das zweite Argument ist, wird die folgende Anweisung übersprungen.

Die vollständige Anweisung ist:

DS>(*Variable,Ausdruck*)

Die Pause-Anweisung

Die **Pause**-Anweisung unterbricht die Programmausführung so lange, bis Sie [ENTER] drücken. Sie können dann nach Belieben die Ergebnisse oder die Graphik in der Anzeige betrachten.

Die End-Anweisung

Die **End-**Anweisung kennzeichnet das logische Ende einer aktuellen Programmausführung. Wenn die Anweisung **End** in einem Programm eingeblendet wird, das von einem anderen aus aufgerufen wurde, wird die Kontrolle zurück an das aufrufende Programm gegeben.

Es ist unnötig, die **End**-Anweisung am Ende eines Programmes einzugeben, denn an jedem Programmende ist eine implizite (d. h. verborgene) **End**-Anweisung vorgesehen.

Die Stop-Anweisung

Die **Stop**-Anweisung stoppt die Programmausführung und Sie kehren zum Eingabedisplay zurück.

Die I/O-Rubrik: Ein-/Ausgabeanweisungen

Die Anweisungen in der I/O-Rubrik im PRGM-Menü kontrollieren die Ein- und Ausgaben in einem Programm. Sie haben nur über das Programm-Editierfenster auf diese Anweisungen Zugriff.

Die Disp-Anweisung

Die **Disp**-Anweisung blendet Meldungen oder den aktuellen Wert einer Variablen in einem Programm ein. Die Meldungen müssen in Anführungszeichen stehen ("). Die Leertaste (␣) und das Symbol **?** können in den Meldetexten benutzt werden.
Die Textanzeige beginnt links im Display. Es können mehr als 16 Zeichen in einer Meldung angezeigt werden, denn in dem Fall wird die Anzeige auf der nächsten Zeile weitergeführt.
Der aktuelle Variablenwert wird rechts im Display angezeigt.

Pause als nächste Programmanweisung (siehe Seite 8-13) bedingt ein vorübergehendes Anhalten des Programms und Sie können die Anzeige betrachten. Durch Drücken der Taste ENTER wird die Programmausführung weitergeführt.

Beispiel für ein eingeblendetes Editierfenster:

Verfahren	**Tasteneingabe**	**Anzeige**
<Disp> wählen	PRGM ▶ <Disp>	: Disp
Meldung eingeben	ALPHA ["] ALPHA [K]	: Disp "K
= Zeichen eingeben	2nd [TEST] <=> ALPHA ["] ENTER	: Disp "K="
<Disp> wählen	PRGM ▶ <Disp>	: Disp
Variable eingeben	ALPHA [K] ENTER	: Disp K
<Pause> eingeben	PRGM <Pause> ENTER	: Pause

Sie können diese Optionen auch direkt durch Aufruf ihrer Nummer eingeben. Bei der Ausführung kann das Ergebnis dieser Anweisungen beispielsweise sein:

```
K=
        123.4567
```

Die Input-Anweisung

Die **Input**-Anweisung kann mit oder ohne Argument eingegeben werden:

- Wenn sie ein Argument enthält, wird sie bei der Programmausführung zum Speichern eines Wertes in einer Variablen benutzt.
- Wenn sie kein Argument enthält, wird sie bei der Programmausführung zum Untersuchen einer Graphik benutzt.

Input mit Variablen

Wenn die **Input**-Anweisung ein Argument enthält, ist dieses ein Variablenname.

Wenn der TI-81 während der Programmausführung das Symbol **?** anzeigt, müssen Sie einen Wert eingeben und [ENTER] drücken. Der eingegebene Wert wird in die Variable eingespeichert und die Programmausführung wird fortgesetzt.

Um den während der Programmausführung einzugebenden Variablennamen anzuzeigen, benutzen Sie die Anweisung **Disp**.

Die Input-Anweisung und Graphikdarstellung

Wenn die **Input**-Anweisung kein Argument enthält, wird bei der Ausführung der Anweisung automatisch die aktuelle Graphik angezeigt.

Unabhängig von der gewählten Variablenart (Rechtwinklige Koordinaten X und Y oder Polarkoordinaten R und θ) können Sie mit dem Cursor die Graphik untersuchen. Durch Drücken von [ENTER] wird die Programmausführung fortgesetzt.

Die DispHome-Anweisung

Mit der **DispHome**-Anweisung wird das Eingabedisplay von einem Programm aus angezeigt.

Die DispGraph-Anweisung

Mit der **DispGraph**-Anweisung werden die gewählten Funktionen von einem Programm aus graphisch dargestellt. Diese Graphik verfügt nicht über einen Cursor.

Pause als nächste Programmanweisung (siehe Seite 8-13) bedingt ein vorübergehendes Anhalten des Programms, und Sie können die Anzeige betrachten. Durch Drücken der Taste [ENTER] wird die Programmausführung weitergeführt.

Die ClrHome-Anweisung

Mit der **ClrHome**-Anweisung wird das Eingabedisplay von einem Programm aus gelöscht.

Die EXEC-Rubrik: Aufruf anderer Programme

Mit dem TI-81 kann jedes Programm als Programm ausgeführt oder von einem anderen Programm aus aufgerufen und als Unterprogramm benutzt werden. Mit der EXEC-Rubrik im PRGM-Menü haben Sie Zugang zu der Anweisung, mit der Sie ein anderes Programm als Unterprogramm aufrufen können.

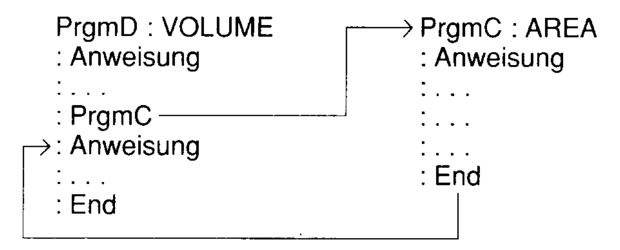
Aufrufverfahren

Um ein Programm von einem anderen Programm aus aufzurufen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. In dem Programm-Editierfenster drücken Sie [PRGM] [◄] um die EXEC-Rubrik im PRGM-Menü in die Anzeige zu bringen.
2. Wählen Sie die Nummer oder den Buchstaben für das Programm, das als Unterprogramm ausgeführt werden soll.

   Der Programmname wird an die aktuelle Cursorstelle kopiert.

Wenn diese Anweisung während der Programmausführung eingeblendet wird, wird die nächste Anweisung vom Rechner als erste Anweisung des Unterprogramms ausgeführt. Die Rückkehr zur nächsten Anweisung im ersten Programm erfolgt erst bei Einblenden der Anweisung **End** im zweiten Programm.



Anmerkungen zum Programmaufruf

Variablen sind übergreifend. Derselbe Variablenname in zwei Programmen hat Zugriff auf denselben Speicherplatz. Wenn Sie einer Variablen von einem Programm aus einen neuen Wert zuordnen, wird der Wert im Speicher geändert. Alle Programme, die diese Variable auch benutzen, rufen ebenfalls diesen neuen Wert auf.

Die Argumente **Goto** und **Lbl** sind dem Programm vorbehalten, in dem sie enthalten sind. Eine Marke in einem Programm wird von einem anderen Programm nicht "gekannt". Sie können die **Goto**-Anweisung nicht benutzen, um zu einer Marke eines anderen Programmes zu gehen.

Wahl einer Anzeigeform von einem Programm aus

Mit der [MODE] -Taste haben Sie von dem Programm-Editierfenster aus Zugang zu den Optionen im MODE-Menü. Diese Optionen sind unterteilt in zwei Rubriken: NUMBER (Numerische Anzeige) und GRAPH (Graphikanzeige).

Das MODE-Menü

Rubrik	Beschreibung
NUMBER GRAPH	
1 : Norm	Normale Anzeigeform
2 : Sci	Anzeige in wissenschaftlicher Notation
3 : Eng	Anzeige in technischer Notation
4 : Fix	Festkomma-Notation
5 : Float	Gleitkomma-Notation
6 : Rad	Winkel im Bogenmaß
7 : Deg	Winkel im Gradmaß
NUMBER **GRAPH**	
1 : Function	Darstellung einer Funktion
2 : Param	Darstellung einer parametrischen Funktion
3 : Connected	Liniendiagramm
4 : Dot	Punktediagramm
5 : Sequence	Sequentielles Darstellen
6 : Simul	Gleichzeitiges Darstellen
7 : Grid Off	Darstellung mit Gitterpunkten
8 : Grid On	Darstellung ohne Gitterpunkte
9 : Rect	Anzeige als rechtwinklige Koordinaten
0 : Polar	Anzeige als Polarkoordinaten

Anmerkungen zum MODE-Menü

Der aktuelle Menüname und die aktuelle Optionsnummer sind in Inversvideo zu sehen.

Beachten Sie, daß dieses MODE-Menü, auf das Sie nur über das Programm-Editierfenster Zugriff haben, nicht gleich ist mit dem in Kapitel 1 beschriebenen MODE-Menü.

Beginnen Sie auf einer Leerzeile. Bei der Anwahl einer Option im MODE-Menü wird der Name dieser Option an die Cursorstelle kopiert.

Bei Wahl der <Fix>-Option müssen Sie zusätzlich eine Zahl zwischen 0 und 9 eingeben, die die Zahl der Dezimalstellen angibt.

Kapitel 9: Anwendungsbeispiele

Dieses Kapitel enthält zwölf Aufgaben, die mit Hilfe der in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Funktionen gelöst werden können. Sieben von ihnen werden vom Eingabedisplay aus bearbeitet. Die fünf letzten benutzen Programmierungsfunktionen.

Inhaltsverzeichnis

Lösung eines linearen Gleichungssystems

Sie können die arithmetischen Matrixfunktionen des Rechners zur Lösung von linearen Gleichungssystemen mit bis zu sechs Unbekannten benutzen. In untenstehender Aufgabe wird die Lösung für ein System von vier Gleichungen mit vier Unbekannten gefunden. Dabei werden Matrixoperationen benutzt.

Aufgabe

Lösen Sie das folgende Gleichungssystem durch Erstellen einer Matrix [A] mit den Koeffizienten der Variablen der Gleichungen und einer Matrix [C] mit den Konstanten. Ermitteln Sie dann die Matrix X für [A] [X] = [C], mit Hilfe der Umformung $[X] = [A]^{-1} [C]$.

$$\begin{aligned} x \quad\quad - z - 2w &= -26 \\ 8x + y - 6z + 2w &= 75 \\ -3x + 4y + z \quad\quad &= 38 \\ 2x + 2y \quad\quad - 3w &= 8 \end{aligned} \qquad \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & -2 \\ 8 & 1 & -6 & 2 \\ -3 & 4 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & 0 & -3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -26 \\ 75 \\ 38 \\ 8 \end{bmatrix}$$

Lösung

1. Drücken Sie [MATRX]. Wählen Sie die EDIT-Rubrik und die Optionsnummer 1. Legen Sie die Dimension der Matrix auf 4x4 fest und geben folgende Elemente in Matrix [A] ein:

```
 1  0  -1  -2
 8  1  -6   2
-3  4   1   0
 2  2   0  -3
```

2. Drücken Sie [MATRX] . Wählen Sie die EDIT-Rubrik und die Optionsnummer 3. Legen Sie die Dimension der Matrix auf 4x1 fest und geben folgende Elemente in Matrix [C] ein:

```
-26
 75
 38
  8
```

3. Drücken Sie [2nd] [QUIT], um zum Eingabedisplay zurückzukehren.

4. Da $[X] = [A]^{-1} [C]$, wählen Sie die Tastenfolge [2nd] [[A]] [x^{-1}] [2nd] [[C]]

$[A]^{-1}[C]$.

5. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen.

Das Matrixergebnis [X] wird angezeigt und in der **Ans**-Variablen gespeichert.

[10]	Also ist,	x	=	10
[15]		y	=	15
[8]		z	=	8
[14]		w	=	14

Lösen eines nichtlinearen Gleichungssystems

Benutzen Sie die Graphikfunktionen des TI-81, um die Lösung für ein System von zwei nichtlinearen Gleichungen zu finden.

Aufgabe

Ermitteln Sie mit Hilfe der Optionen im ZOOM-Menü die Lösungen für das System:

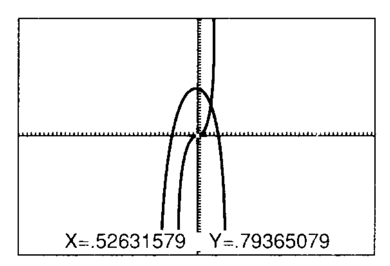
$Y = 17 - X^2$
$Y = X^3 + X$

Lösung

1. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie die Gleichungen als Funktionen in die Y=Liste ein.

2. Drücken Sie [ZOOM]. Wählen Sie die <Standard>-Option, um die Funktionskurven in den standardisierten Darstellungsbereich zu zeichnen. Im Darstellungsbereich wird keine Lösung sichtbar.

3. Um einen größeren Ausschnitt in die Anzeige zu bringen, drücken Sie [ZOOM]. Wählen Sie die <Zoom Out>-Option. Drücken Sie [ENTER], um einen größeren Ausschnitt vom Mittelpunkt des Darstellungsbereichs aus einzublenden. Es scheint nur eine Lösung zu geben.



4. Drücken Sie [ZOOM]. Wählen Sie die <Zoom In>-Option. Positionieren Sie den Cursor auf der scheinbaren Schnittstelle der Funktionskurven. Drücken Sie [ENTER], um die Option auszuführen.

5. Verschieben Sie den Cursor genau bis zu dem Punkt, den Sie als Schnittpunkt sehen. Beachten Sie die x/y-Koordinaten unten in der Anzeige. Drücken Sie [ENTER], um erneut eine Großansicht des Graphen zu erhalten.

6. Wiederholen Sie Schritt 5 so lange, bis die Lösung die gewünschte Genauigkeit hat.

Graphische Darstellung einer intervallweise definierten Funktion

Stellen Sie mit Hilfe der Vergleichsoperatoren eine Funktionskurve dar, die für verschiedene X-Intervalle verschieden definiert ist.

Aufgabe

In einem Parkhaus zahlen Sie 1,50 DM für die erste halbe Stunde. Jede weitere halbe Stunde (auch jede angefangene halbe Stunde) kostet 0,60 DM. Der Höchstpreis pro Tag beträgt 8,00 DM. Wie lange kann man für 3,00 DM bzw. für 5,00 DM parken?

Die Funktion besteht aus drei Teilstücken , wobei Y für die Parkgebühr in DM und X für die Zeit in Stunden stehen.

Y = 1.50	für	0 < X ≤ .5
Y = 1.50 + .60 Int (2X)	für	.5 < X < 5.5
Y = 8.00	für	5.5 ≤ X

Mit Hilfe der Vergleichsoperatoren können diese Einzelterme in einer Funktion zusammengefaßt werden:

1.5(0 < X)(X ≤ .5) + (1.5 + .6 abs (Int (- 2X + 1))) (.5 < X)(X ≤ 5.5) + 8(5.5 < X)

Lösung

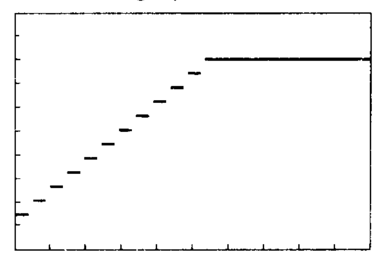
1. Drücken Sie [MODE] . Wählen Sie die <Dot>-Option zum intervallweisen Zeichnen der Funktion.

2. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie den Ausdruck für Y1 ein.

3. Drücken Sie [RANGE] . Geben Sie die neuen Werte der Bereichsvariablen ein:

   Xmin = 0　　**Ymin** = 0　　**Xres** = 1
   Xmax = 10　　**Ymax** = 10
   Xscl = 1　　**Yscl**= 1

4. Drücken Sie [TRACE] , um die Funktionsgraphen einzublenden. Benutzen Sie die TRACE-Option zum Untersuchen des Funktionsgraphen.



Untersuchen des Grenzwertverhaltens einer rationalen Funktion

Ermitteln Sie durch graphische Darstellung das Grenzwertverhalten einer rationalen Funktion , d. h. das Verhalten für große |X| - Werte.

Aufgabe

Zeichnen Sie die Funktionskurve für die Gleichung

$Y = (X^3 - 10X^2 + X + 50) / (X - 2)$

Sie werden feststellen, daß das Grenzwertverhalten dem Verhalten der Funktion $Y = X^2$ sehr ähnlich ist.

Lösung

1. Drücken Sie [MODE]. Wählen Sie die Standardoptionen.
2. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie den Ausdruck für Y1 ein.
3. Drücken Sie [ZOOM]. Wählen Sie die <Standard>-Option, um die Funktionskurven in das Standardfenster zu zeichnen.
4. Drücken Sie [ZOOM]. Wählen Sie die <Set Factors>-Option. Setzen Sie **XFact** auf 5 und **YFact** auf 25.
5. Drücken Sie [RANGE]. Setzen Sie **Xscl** und **Yscl** auf 0, um die Koordinatenpunkte der Achsen zu löschen.
6. Drücken Sie [ZOOM]. Wählen Sie die <Zoom Out>-Option. Lassen Sie den Cursor im Mittelpunkt der Graphik und drücken Sie [ENTER].
7. Drücken Sie [ENTER], um die <Zoom Out>-Option erneut zu aktivieren.
8. Drücken Sie [RANGE], um die nun erreichten Werte für den Darstellungsbereich **Xmin**, **Xmax**, **Ymin** und **Ymax** anzuzeigen.
9. Drücken Sie [2nd] [DRAW]. Wählen Sie die <DrawF>-Option. Geben Sie den Ausdruck X^2 ein und drücken Sie [ENTER].
   Die Funktionskurve für X^2 wird in die Graphik für die Originalfunktion Y1 eingezeichnet. Sie stellen fest, daß das Grenzwertverhalten der Originalfunktion dem Verhalten der Funktion X^2 sehr ähnlich ist.

Graphische Darstellung von Statistikdaten

Benutzen Sie die Graphikfunktionen des TI-81, um ein statistisches Problem zu untersuchen.

Aufgabe

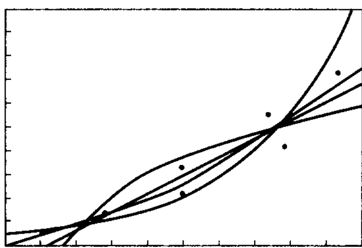
Nehmen Sie die statistische Analyseaufgabe von Seite 7-19 als Vorlage und kopieren Sie jede Regressionsgleichung in die Y=Liste der Funktionen. Stellen Sie dann die errechneten Bildpunkte als Streubild dar.

Lösung

1. Geben Sie die Daten gemäß dem auf Seite 7-19 beschriebenen Verfahren ein.
2. Von einer Leerzeile im Eingabedisplay aus drücken Sie [2nd] [STAT], wählen die <LinReg>-Option und drücken dann [ENTER], um eine lineare Regression durchzuführen.
3. Drücken Sie [Y=] . Falls nötig, drücken Sie [CLEAR] um den in Y_1 enthaltenen Ausdruck zu löschen. Drücken Sie [VARS], wählen Sie die LR-Rubrik, dann die <RegEQ>-Option, um die Regressionsgleichung nach Y_1 zu kopieren.
4. Wiederholen Sie die Schritte 2 und 3 für **LnReg** und die Gleichung Y_2, für **ExpReg** und Y_3 und **PwrREg** und Y_4.
5. Drücken Sie [RANGE]. Ordnen Sie den Bereichswerten folgende Werte zu:

   Xmin = 0 | **Ymin** = 0 | **Xres** = 1
   Xmax =1000000 | **Ymax** = 100
   Xscl = 100000 | **Yscl**= 10

6. Drücken Sie [2nd] [STAT]. Wählen Sie die DRAW-Rubrik, dann die <Scatter>-Option, dann drücken Sie [ENTER], um die Statistikdaten und die Regressionskurven zu zeichnen.



Maximales Volumen einer Schachtel

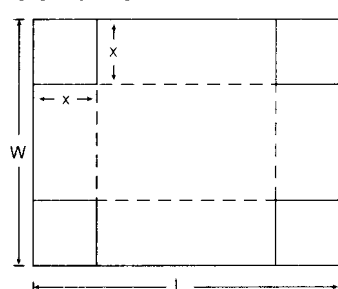
Berechnen Sie mittels einer Funktionskurve das maximale Volumen einer offenen Schachtel.

Aufgabe

Falten Sie eine Pappe zu einer Schachtel mit größtmöglichem Volumen, wofür an jeder Ecke gleichgroße Quadrate abgeschnitten werden. Wenn die beiden Seiten der Pappe L und W und die Seiten des Quadrats X sind, dann gilt für das Volumen V der Schachtel die Formel:

$V = (L - 2X)(W - 2X) X$

Berechnen Sie das größtmögliche Volumen einer Schachtel aus einer Pappe mit den Maßen 8,5 cm mal 11 cm.



Lösung

1. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie den Ausdruck für Y1 ein. Benutzen Sie die Formel

   (11 - 2X) (8.5 - 2X) X

2. Betrachten Sie den Bereich für X. In dieser konkreten Aufgabe kann X nicht kleiner als 0 oder größer als 4.25 sein, obwohl die Funktion für Werte unter 0 oder über 4.25 definiert ist. Diese Einschränkung gilt, da der Wert für Y (das Volumen) nicht kleiner als 0 sein kann.
   Drücken Sie [RANGE]. Geben Sie die geänderten Bereichsvariablen ein.

Xmin = 0	**Ymin** = 0	**Xres** = 1
Xmax =4.25	**Ymax** = 100	
Xscl = 1	**Yscl** = 10	

3. Drücken Sie [GRAPH], um die Funktionskurve einzuzeichnen.

4. Drücken Sie [TRACE]. Tasten Sie mit dem Cursor die Kurve ab, bis Sie den maximalen Wert für Y (das Volumen) gefunden haben. Benutzen Sie die <Zoom In>-Option, wenn Sie größere Genauigkeit wünschen.

5. Wenn der Cursor im maximalen Wert für Y (das Volumen) positioniert ist, drücken Sie [2nd][QUIT], um zum Eingabedisplay zurückzukehren. Geben Sie **8.5-2X** ein und drücken Sie [ENTER], um die Länge einer Seite der Schachtel zu ermitteln. Geben Sie **11-2X** ein und drücken Sie [ENTER], um die Länge der anderen Seite der Schachtel zu ermitteln. X entspricht der Höhe der Schachtel.

Bewegungssimulation durch parametrische Gleichungen

Benutzen Sie zwei parametrische Gleichungspaare, um zwei sich bewegende Objekte zu beschreiben. Ermitteln Sie den Moment der größten Annäherung der beiden Objekte.

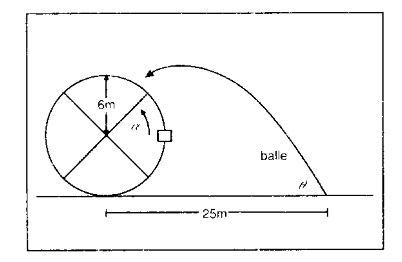
Aufgabe

Das erste Objekt in Bewegung ist eine Person, die sich auf einem sich drehenden Riesenrad befindet. Das Riesenrad hat einen Durchmesser von 12 Metern und dreht sich gegen den Uhrzeigersinn mit einer ganzen Umdrehung alle 12 Sekunden. Die folgende parametrische Gleichung beschreibt die Position der Person auf dem Riesenrad, wobei T die Zeit, r den Radius, α den Rotationswinkel und s die Zeit für eine Umdrehung angibt; der Sockel des Rades ist (0,0) und der Passagier befindet sich am äußersten rechten Punkt (6,6), wenn T = 0 ist.

$X(T) = r \cos \alpha$ wobei $\alpha = 2 \pi T/s$
$Y(T) = r + r \sin \alpha$

Das zweite Objekt in Bewegung ist ein Ball, der von einer Stelle auf gleicher Höhe wie der Sockel des Rades geworfen wird, in 25 Metern Entfernung (d)rechts vom Sockel des Riesenrades. Der Ball wird mit einer Geschwindigkeit (v_0) von 19 Metern pro Sekunde und einem Winkel (θ) von 60° zur Horizontalen geworfen. Die folgende parametrische Gleichung beschreibt die Stelle, an der sich der Ball befindet, wobei derselbe Parameter (Zeit T) wie beim Riesenrad benutzt wird.

$X(T) = d - T v_0 \cos \theta$
$Y(T) = T v_0 \sin \theta - 5 T^2$



Lösung

1. Drücken Sie [MODE]. Wählen Sie die Optionen <Rad>, <Param> und <Simul>. Die <Simul>-Option ermöglicht die Bewegung zweier Objekte in bezug zur Zeit gleichzeitig anzuzeigen.

2. Drücken Sie [RANGE]. Stellen Sie die Bereichsvariablen im RANGE-Menü gemäß den Parametern in der gestellten Aufgabe ein.

Tmin = 0	**Xmin** = -7	**Ymin** = 0
Tmax = 12	**Xmax** = 27	**Ymax** = 23
Tstep = .1	**Xscl** = 3	**Yscl** = 3

3. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie die Ausdrücke für beide parametrische Gleichungen ein.

   X1T=6cos (πT/6)
   Y1T=6+ 6sin (πT/6)
   X2T=25-19Tcos 60°
   Y2T=19Tsin 60°-5T²

4. Drücken Sie [GRAPH], um die Gleichungen graphisch darzustellen, wobei Sie das Zeichnen der Kurven genau beobachten. Sie werden feststellen, daß der Ball und der Passagier auf dem Riesenrad sich in der Nähe des Schnittpunkts der beiden Bahnen im rechten oberen Quadranten des Riesenrades am nächsten zu sein scheinen.

5. Drücken Sie [RANGE]. Ändern Sie die Bereichsvariablen, um diesen Teil der Graphik ausführlich zu untersuchen.

Tmin = 0	**Xmin** = 0	**Ymin** = 6
Tmax = 3	**Xmax** = 6	**Ymax** = 15
Tstep = .02	**Xscl** = 1	**Yscl** = 1

6. Drücken Sie [TRACE]. Nach dem Einblenden der Kurven drücken Sie [▶], um den Cursor in der Nähe des Schnittpunkts der beiden Bahnen auf dem Riesenrad zu positionieren. Beachten Sie die Werte für X, Y und T.

7. Drücken Sie [▼], um auf die andere Kurve zu springen. Beachten Sie die Werte für X und Y (T ist unverändert). Beachten Sie die Cursorposition. Sie entspricht der Position des Balles zu dem Zeitpunkt, wenn der Passagier auf dem Riesenrad den Schnittpunkt erreicht.

   Drücken Sie [▶], um den Cursor entlang der Flugkurve des Balles bis zum Schnittpunkt zu bewegen. Dann drücken Sie [▼]. Sie haben jetzt die Position des Passagiers zum gleichen Zeitpunkt.

   Mit der TRACE-Option des TI-81 können Sie zu verschiedenen Zeitpunkten "Momentaufnahmen" machen, um die relative Bewegung zweier Objekte zueinander zu untersuchen.

Programm: Numerische Lösungsverfahren

Dieses Programm benutzt das Newtonsche Verfahren, um die Nullstellen einer Funktion numerisch zu finden.

Aufgabe

Benutzen Sie die Graphikfunktionen des Rechners, um die Nullstellen einer Funktion zu finden.

Beispiel: Finden Sie die Lösung (=Wurzel) für die Gleichung: $e^x - 3x = 0$

Lösung

Verfahren Sie wie folgt:

- Zeichnen Sie die Funktionskurve $f(x) = e^x - 3x$.
- Verwenden Sie die TRACE-Funktion, um graphisch den ersten Schätzwert für die Wurzel zu ermitteln.
- Verbessern Sie den Schätzwert für die Wurzel iterativ mit einem Programm.

1. Geben Sie das Programm ein.

Programm	Kommentar
Prgm1 : NEWTON	
: (Xmax - Xmin) / 100 -> D	Delta für **NDeriv** initialisieren
: 1 -> I	Zähler initialisieren
: Lbl 1	Anfang der Schleife
: X -Y1 / NDeriv(Y1, D) ->R	Eine neue Wurzel berechnen
: If abs (X-R) ≤ abs (X/1E10)	Probe
: Goto 2	
: R ->X	Die Wurzel ist der neue Schätzwert
: I + 1 -> I	Inkrementierzähler
: Goto 1	Ende der Schleife
: Lbl 2	
: Disp "NULLSTELLE="	Wurzel anzeigen
: Disp R	
: Disp "ITERATIONEN="	Anzahl der Iterationen anzeigen
: Disp I	

Lösung (Forts.)

2. Kehren Sie zum Eingabedisplay durch Drücken von [2nd] [QUIT] zurück. Drücken Sie [MODE]. Wählen Sie die Standardoptionen.

3. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie den Ausdruck für Y_1 ein. Verwenden Sie folgende Formel:

   e ^ X - 3X

4. Drücken Sie [ZOOM]. Wählen Sie die <Standard>-Option, um die Funktionskurve in den standardisierten Darstellungsbereich zu zeichnen.

5. Drücken Sie [TRACE]. Positionieren Sie den Cursor auf einer der Wurzeln. Die X-und Y-Variablen werden bei jeder Cursorbewegung aktualisiert.

6. Drücken Sie [PRGM]. Wählen Sie die <Prgm1>-Option und drücken dann [ENTER], um das Programm auszuführen.

7. Drücken Sie [TRACE]. Bewegen Sie den Cursor zur anderen Nullstelle.

8. Von einer Leerzeile im Eingabedisplay aus drücken Sie [ENTER], um das Programm erneut auszuführen.

   Die Ergebnisse sind:

```
NULLSTELLE=
          .6190612867
ITERATIONEN=
                    6
NULLSTELLE=
          1.512134552
ITERATIONEN=
                    7
```

Programm: Numerische Integration

Dieses Programm benutzt das Simpsonsche Verfahren, um das bestimmte Integral einer Funktion abzuschätzen.

Aufgabe

Schätzen Sie das folgende bestimmte Integral ab: $\int_0^1 (6-6x^5)dx$

Lösung

1. Geben Sie das Programm ein.

```
Prgm2 : SIMPSON
:  All Off                      Alle Funktionen deaktivieren
:  Disp "UNTERE GRE"            Untere Grenze eingeben
NZE"
: Input A
: Disp "OBERE GRE"              Obere Grenze eingeben
NZE"
:  Input B
:  Disp "N INTERVA              Anzahl der Intervalle eingeben
LLE"
:  Input D
:  0 -> S                       Summe der Flächenstücke initialisieren
:  (B-A) / 2D->W                Intervallbreite berechnen
: 1 -> J                        Zähler initialisieren
: Lbl  1                        Beginn der Schleife
:  A+2 (J-1) W->L                  Äußeren linken Punkt berechnen
:  A+2 JW->R                       Äußeren rechten Punkt berechnen
:  (L+R) /2->M                     Mittelpunkt berechnen
:  L->X
: Y1->L                            Linker Funktionswert im Intervall
:  M->X
: Y1->M                            Mittlerer Funktionswert im Intervall
:  R->X
: Y1->R                            Rechter Funktionswert im Intervall
: W(L+4M+R) /3+S->S                Summe der Flächenstücke
: IS>(J,D)
: Goto  1                       Ende der Schleife
: Disp "AREA="                  Ergebnis anzeigen
: Disp S
:
```

Lösung (Forts.)

2. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie den folgenden Ausdruck für Y1 ein:

   6 - 6X ^5

3. Drücken Sie [RANGE]. Ändern Sie die Bereichseinstellungen.

Xmin = -1	**Ymin** = -10	**Xres** = 1
Xmax = 2	**Ymax** = 10	
Xscl = 1	**Yscl** = 1	

4. Gehen Sie auf eine Leerzeile im Eingabedisplay und drücken Sie [PRGM]. Wählen Sie die <Prgm2>-Option und drücken dann [ENTER], um das Programm auszuführen.

5. Während des Programmablaufs geben Sie die untere Grenze (0), die obere Grenze (1) und die Anzahl der Intervalle (32) als Antwort auf die Meldungen ein.

   Der Rechner führt die Berechnung durch und zeigt dann das Ergebnis an.

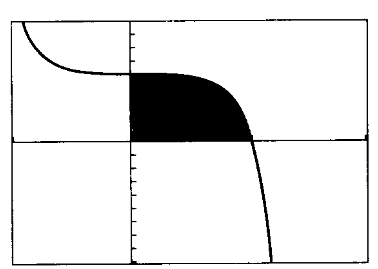
   ```
   AREA =
             4.999999881
   ```

   Je größer die Anzahl der Intervalle ist, desto genauer ist die Berechnung.

6. Stellen Sie die berechnete Fläche graphisch dar. Von einer Leerzeile im Eingabedisplay aus drücken Sie [2nd] [DRAW] und wählen die <Shade(>-Option. Der vollständige Ausdruck ist:

   Shade(0,Y1,1,A,B)

7. Drücken Sie [ENTER], um die Anweisung auszuführen.



Programm: Erstellen einer Wertetabelle

Mit diesem Programm können Sie eine Wertetabelle innerhalb eines Funktionsbereichs erstellen und sie mit Hilfe des Programmes graphisch darstellen.

Aufgabe

Erstellen Sie eine Wertetabelle für eine Funktion.

Beispiel: Erstelle die Tabelle für X gleich -10, -9, ..., 9, 10 für folgende Funktion:

$Y = 4 - X^2$

Lösung

Das Programm berechnet die Punkte des Funktionsgraphen und speichert sie als statistische Daten. Es verwendet eine 1x2 Matrix für die Darstellung jedes berechneten Punktes. Das Schreiben der Anweisungen erfolgt wie in Kapitel 8 beschrieben.

1. Geben Sie das Programm ein.

Prgm3 : FUNKTION	
: Disp "XMIN"	**Xmin** eingeben
: Input Xmin	
: Disp "XMAX"	**Xmax** eingeben
: Input Xmax	
: Disp "N PUNKTE"	Anzahl der Punkte eingeben
: Input N	
: DispGraph	Graph anzeigen
: Pause	
: Fix 2	Anzeigeform festlegen
: ClrStat	Statistikdaten löschen
: 1->Arow	Anzuzeigende Matrix definieren
: 2->Acol	
: 1-> I	Initialisieren: Zähler
: (Xmax-Xmin) / (N-1)->S	Intervallgröße
: Xmin->X	Startpunkt
: Lbl 1	Beginn der Schleife
: X->{x} (I)	Werte als Statistikdaten speichern

Lösung (Forts.)

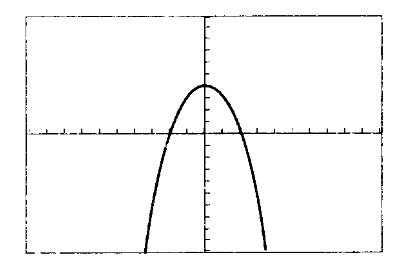
```
: Y1->{y} ( I )
: X->[A] (1,1)          Werte in der Matrix speichern
: Y1->[A] (1,2)
: Disp [A]
: Pause
: X+S->X                Nächster Punkt
: IS>(I, N)             Xmax testen
: Goto 1                Ende der Schleife
:
```

2. Drücken Sie [Y=]. Geben Sie den folgenden Ausdruck für Y1 ein:

   $4 - X^2$

3. Von einer Leerzeile im Eingabedisplay aus drücken Sie [PRGM]. Wählen Sie die <Prgm3>-Option und drücken dann [ENTER], um das Programm auszuführen.

4. Während des Programmablaufs geben Sie **Xmin** (- 10), **Xmax** (10) und die Anzahl der Punkte (21) als Antwort auf die Meldungen ein.



5. Drücken Sie [ENTER], um die Koordinaten der Punkte in die Anzeige zu bringen.

6. Drücken Sie [ENTER] nach dem Einblenden eines jeden Punktes.

7. Nach der Programmausführung drücken Sie [2nd] [STAT] und wählen die EDIT-Option in der DATA-Rubrik im STAT-Menü, um die Tabelle erneut zu visualisieren.

Programm: Zeichnen der 1. Ableitung einer Funktion

Dieses Programm zeigt das Verhältnis zwischen Tangenten an eine Funktionskurve und der 1. Ableitung einer Funktion.

Aufgabe

Berechnen Sie und zeichnen Sie mit Hilfe der DRAW-Optionen des TI-81 die Tangenten an eine Funktionskurve sowie die Steigung (erste Ableitung).

Beispiel: Wählen Sie die Standardoptionen des MODE-Menüs und berechnen und zeichnen Sie die Tangenten und die Steigung für die Funktion.

Y = sinX + 2

Lösung

1. Geben Sie das Programm ein.

```
Prgm4 : TANGENTE
: ClrDraw
: DispGraph                  Graph anzeigen
: Pause
: Disp "N PUNKTE"            Anzahl derPunkte eingeben
: Input N
: (Xmax-Xmin) /N->S          Intervallbreite berechnen
: Xmin+S/2->X                Startpunkt definieren
: (Xmax-Xmin) /100           Δx für NDeriv berechnen
->E
: Lbl 1                      Beginn der Schleife
: NDeriv(Y1,E)->M               Steigung berechnen
: PT-On(X,M)                    Steigung der Tangente zeichnen
: Y1->Y                         Funktionswert speichern
: X-10E->A                      Länge der Tangenten definieren
: Y-10EM->B
: X+10E->C
: Y+10EM->D
: Line(A,B,C,D)                 Tangente zeichnen
: Pause
: X+S->X                        Nächstes X
: If X<Xmax                     Rechte Grenze beachten
: Goto 1                     Ende der Schleife
: Disp "ENDE"
:
```

Lösung (Forts.)

2. Drücken Sie [Y=] . Geben Sie folgenden Ausdruck für Y1 ein:

   sin X + 2

3. Drücken Sie [RANGE]. Ändern Sie die Bereichseinstellungen.

   Xmin = -6 **Ymin** = -2 **Xres** = 1
   Xmax = 6 **Ymax** = 4
   Xscl = 1 **Yscl** = 1

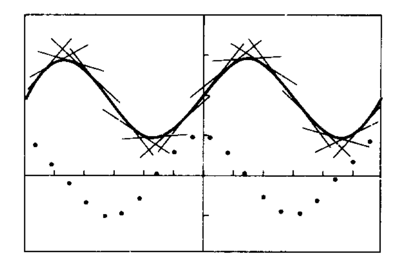
4. Gehen Sie auf eine Leerzeile im Eingabedisplay und drücken Sie [PRGM] . Wählen Sie die <Prgm4>-Option und drücken dann [ENTER] um das Programm auszuführen.
   Die Sinuskurve wird daraufhin eingezeichnet.

5. Drücken Sie [ENTER] .

Auf Anforderung des Rechners hin geben Sie die Anzahl der Punkte ein.

   Die erste Tangente und ein Koordinatenpunkt (x,f'(x)) für die Steigung werden eingezeichnet. Drücken Sie [ENTER] um die folgende Tangente und Steigung zu zeichnen. Fahren Sie auf diese Weise fort bis zur Anzeige der Meldung **ENDE**.

6. Drücken Sie [GRAPH] , um die Graphik in die Anzeige zu bringen. Dargestellt sind die Funktionskurve y = sin x + 2 mit 20 Tangenten und den 20 Punkten (x, f'(x)). Diese Punkte stellen die Funktionskurve y = cosx dar, welches die 1. Ableitung von y = sin x + 2 ist.



Programm: Schätzen der Koeffizienten einer Funktionsgleichung

Dieses Programm zeichnet eine Funktionskurve mit Zufallskoeffizienten. Sie schätzen die Koeffizienten.

Aufgabe

Geben Sie untenstehendes Programm ein, in welchem ganzzahlige Zufallszahlen zwischen 1 und 10 den Koeffizienten der Funktion

a sin bx

zugeschrieben werden. Das Programm blendet den Graphen ein. Versuchen Sie, die Koeffizienten zu schätzen.

Lösung

1. Geben Sie das Programm ein.

```
Prgm5: SCHAETZE
: Rad                    Bogenmaß als Anzeigeform festlegen
: "AsinBX"->Y1           Ratefunktion speichern
: IPart 10Rand+1->       1. Koeffizienten erzeugen
A
: IPart 10Rand+1->       2. Koeffizienten erzeugen
B
: "CsinDX"->Y2           Geschätzte Funktion speichern
: 0->C
: 0->D
: -2π->Xmin              Die Bereichsvariablen festlegen
: 2π->Xmax
: N+1->N
: -10->Ymin
: 10->Ymax
: π/2->Xscl
: DispGraph              Die Graphikanzeige einblenden
:
```

2. Von einer Leerzeile im Eingabedisplay aus drücken Sie [PRGM]. Wählen Sie die <Prgm5>-Option und drücken dann [ENTER], um das Programm auszuführen.

3. Die Graphik wird daraufhin eingezeichnet. (Da Ihre geschätzte Funktion 0 als Koeffizienten hat, wird der Graph dieser Funktion "auf" der Achse dargestellt.)

4. Nachdem Sie die möglichen Koeffizienten gefunden haben, kehren Sie zum Eingabedisplay zurück.

5. Speichern Sie die Schätzwerte in den Variablen C und D und drücken Sie [ENTER].

6. Führen Sie Schritt 5 solange durch, bis beide Funktionsgraphen übereinander liegen.

Anhang A: Befehle

In diesem Anhang finden Sie eine Auflistung der im TI-81 verfügbaren Befehle.

Inhaltsverzeichnis

Tabelle der Befehle

Die Befehle im TI-81 beinhalten Funktionen, die einen Wert bestimmen, und Anweisungen, die auf einer Leerzeile eingegeben werden und die eine Aktion auslösen. Die Buchstaben F oder A in der letzten Spalte geben an, ob ein Befehl eine Funktion oder eine Anweisung ist. Wenn ein Befehl ein Argument benötigt, so ist dieses ebenfalls in der Tabelle aufgeführt.

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
Abrunden: Round *(arg1, arg2)* • *arg1*: Ausdruck oder Matrix • *arg2*: Anzahl der Dezimalstellen (0 ≤ ganze Zahl ≤ 9)	Gibt *arg1* abgerundet auf *arg2*-Dezimalstellen an Rundet Matrixelemente ab	[MATH] [NUM] <Round(>	F 2-8 6-8
Absolutwert: abs *arg1* • *arg1*: Ausdruck	Gibt Absolutwert von *arg1* an	[2nd] [ABS]	F 2-2
Addition : *arg1 + arg2* • *arg1*: Ausdruck oder Matrix • *arg2*: Ausdruck oder Matrix	Gibt *arg1* plus *arg2* an Addiert Matrixelemente	[+]	F 2-2 6-8
All-Off • keine Argumente	Deaktiviert alle Funktionen in der Y=Liste	[2nd] [Y-VARS] OFF <All-Off>	A 3-25
All-On • keine Argumente	Aktiviert alle Funktionen in der Y=Liste	[2nd] [Y-VARS] ON <All-On>	A 3-24
Ausdruck in der Y= Liste abspeichern: *"Ausdruck"->arg1* • *Ausdruck*: mit Anführungszeichen • *arg1*: Funktion in der Y= Liste	Speichert Ausdruck in der *arg1* Funktion in der Y= Liste	[STO►]	A 3-23

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
Bogenmaß: *arg1*^{r} ∗*arg1*: Ausdruck	Interpretiert *arg1* in Bogenmaß	MATH MATH <^{r}>	F 2-6
ClrDraw ∗keine Argumente	Löscht alle gezeichneten Elemente einer Graphik	2nd [DRAW] <ClrDraw>	A 5-4
ClrHome ∗keine Argumente	Löscht Eingabedisplay	PRGM EDIT PRGM I/O <ClrHome>	A 8-16
ClrStat ∗keine Argumente	Löscht aktuelle Statistikdaten	2nd [STAT] DATA <ClrStat>	A 7-3
Connected ∗keine Argumente	Graphik mit Verbindungslinien in einem Programm	PRGM EDIT MODE GRAPH<Connected>	A 8-18
cos *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt Cosinus von *arg1* an	COS	F 2-2
cos^{-1} *arg1* ∗*arg1*: -1 ≤ Ausdruck ≤ 1	Gibt Arkuscosinus von *arg1* an	2nd [COS^{-1}]	F 2-2
cosh *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt hyperbolischen Cosinus von *arg1* an	MATH HYP <cosh>	F 2-9
cosh^{-1} *arg1* ∗*arg1*:Ausdruck ≥ 1	Gibt hyperbolischen Arkuscosinus von *arg1* an	MATH HYP <cosh^{-1}>	F 2-9
Deg ∗keine Argumente	Winkel in Gradmaß eingestellt	PRGM EDIT MODE NUMBER <Deg>	A 8-18
det *arg1* ∗*arg1*: Matrix	Gibt Determinante der Matrix von *arg1*	MATRX MATRIX <det>	F 6-8
Disp *"Meldung"* ∗Meldung: Text muß in Anführungszeichen stehen	Zeigt Text der Meldung ohne Anführungszeichen an	PRGM EDIT PRGM I/O <Disp>	A 8-14

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
Disp *Variable* • *Variable*: Variable, Matrix, Matrix-element, statistischer Datenpunkt.	Zeigt Wert der *Variablen* an	[PRGM] EDIT [PRGM] I/O <Disp>	A 8-14
DispGraph • keine Argumente	Zeigt Graphik an	[PRGM] EDIT [PRGM] I/O <DispGraph>	A 8-16
DispHome • keine Argumente	Zeigt Eingabedisplay an	[PRGM] EDIT [PRGM] I/O <DispHome>	A 8-15
Division: *arg1/arg2* • *arg1*: Ausdruck • *arg2*: Ausdruck ≠ 0	Gibt Quotienten *arg1/arg2* an	[÷]	F 2-2
Dot • keine Argumente	Zeigt Punkte in einem Programm ohne Verbindung an	[PRGM] EDIT [MODE] GRAPH <Dot>	A 8-18
DrawF *Funktion* • *Funktion*: Funktion in Abhängigkeit von X	Stellt Funktions-graphen dar	[2nd] [DRAW] <DrawF>	A 5-9
DS<(*Variable*, *arg1*) • *Variable*: jede Variable, die ver-ändert werden kann • *arg1*: Ausdruck	Subtrahiert 1 von dem *Variablen*wert, vergleicht ihn *mit arg1*, überspringt nächsten Befehl wenn *Variable* < *arg1*	[PRGM] EDIT [PRGM] CTL <DS<(>	A 8-13
e^{arg1} • *arg1*: Ausdruck	Potenz mit Basis e und Exponent *arg1*	[2nd] [e^x]	F 2-2
End • keine Argumente	Beendet Programm-ausführung, kehrt zum Hauptprogramm zurück	[PRGM] EDIT [PRGM] CTL <End>	A 8-13
Eng • keine Argumente	Technische Anzeigeform in einem Programm	[PRGM] EDIT [MODE] NUMBER <Eng>	A 8-18

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
ExpReg * keine Argumente	Führt Modell für Exponentialregression aus	2nd [STAT] CALC <ExpReg>	A 7-8
Fakultät: *arg1*! * *arg1*: Ausdruck (0 ≤ ganze Zahl ≤ 69)	Gibt Fakultät von *arg1* an	MATH MATH <!>	F 2-6
Fix *arg1* * *arg1*: 0 ≤ ganze Zahl ≤ 9	Festkommaanzeige für *arg1* während der Programmausführung	PRGM EDIT MODE NUMBER <Fix>	A 8-18
Float * keine Argumente	Gleitkommaanzeige für 1 Programm	PRGM EDIT MODE NUMBER <Float>	A 8-18
FPart *arg1* * *arg1*: Ausdruck	Gibt Dezimalteil von *arg1* an	MATH NUM <FPart>	F 2-8
Function * keine Argumente	Modus auf Funktion während der Programmausführung	PRGM EDIT MODE GRAPH <Function>	A 8-18
Gleich: *arg1*=*arg2* * *arg1*: Ausdruck * *arg2*: Ausdruck	Gibt 1, wenn *arg1* = *arg2* Gibt 0, wenn *arg1* ≠ *arg2*	2nd [TEST] <=>	F 2-12
Goto *arg1* * *arg1*: Label 0-9, A-Z, θ	Programmablauf springt zu Marke *arg1*	PRGM EDIT PRGM CTL <Goto>	A 8-12
Grad: *arg1*° * *arg1*: Ausdruck	Interpretiert *arg1* in Gradmaß	MATH MATH <°>	F 2-6
Grid Off * keine Argumente	Anzeige ohne Gitterpunkte während der Programmausführung	PRGM EDIT MODE GRAPH <Grid Off>	A 8-18
Grid On * keine Argumente	Anzeige mit Gitterpunkten während der Programmausführung	PRGM EDIT MODE GRAPH <Grid On>	A 8-18

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
Größer als: *arg1>arg2* ∗*arg1*: Ausdruck ∗*arg2:* Ausdruck	Gibt 1, wenn *arg1* > *arg2* Gibt 0, wenn *arg1* ≤ *arg2*	2nd [TEST] < > >	F 2-12
Größer oder gleich: *arg1≥arg2* ∗*arg1*: Ausdruck ∗*arg2*:	Gibt 1, wenn *arg1* ≥ *arg2* Gibt 0, wenn *arg1* < *arg2*	2nd [TEST] < ≥ >	F 2-12
Hist ∗keine Argumente	Zeichnet Histogramm der aktuellen Statistikdaten	2nd [STAT] DRAW <Hist>	A 7-15
If *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Wenn *arg1* = 0 (falsch), überspringe nächsten Programmbefehl	PRGM EDIT PRGM CTL <If>	A 8-12
Input ∗keine Argumente	Zeigt Graph zum Untersuchen an während Programmanweisung	PRGM EDIT PRGM I/O <Input>	A 8-15
Input *arg1* ∗*arg1*: Jede Variable, die verändert werden kann	Fragt nach Wert, der in der Variablen *arg1* während Programmanweisung zu speichern ist	PRGM EDIT PRGM I/O <Input>	A 8-15
Int *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt die größte ganze Zahl ≤ *arg1* an	MATH NUM <Int>	F 2-8
Inverse: $arg1^{-1}$ ∗*arg1*: Ausdruck ≠0 oder Quadratmatrix (det≠0)	Teilt 1 durch *arg1* oder kehrt Matrix um	x^{-1}	F 2-2 6-8
iPart *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt ganzzahligen Teil von *arg1* an	MATH NUM <IPart>	F 2-8
IS>(*Variable, arg1*) ∗*Variable*: jede Variable die verändert werden kann ∗*arg1*: Ausdruck	Addiert 1 zu dem *Variablen*wert, vergleicht ihn mit *arg1*, überspringt nächsten Befehl, wenn *Variable* > *arg1*	PRGM EDIT PRGM CTL <IS>(>	A 8-13

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
Kleiner als: *arg1* < *arg2* ∗*arg1*: Ausdruck ∗*arg2*: Ausdruck	Gibt 1, wenn *arg1* < *arg2* Gibt 0, wenn *arg1* ≥ *arg2*	2nd [TEST] <<>	F 2-12
Kleiner oder gleich: *arg1* ≤ *arg2* ∗*arg1*: Ausdruck ∗*arg2*: Ausdruck	Gibt 1, wenn *arg1* ≤ *arg2* Gibt 0, wenn *arg1* >*arg2*	2nd [TEST] <≤>	F 2-12
Kubik: $arg1^3$ ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt Kubikwert von *arg1* an	MATH MATH <³>	F 2-6
Kubikwurzel: $\sqrt[3]{arg1}$ ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt Kubikwurzel von *arg1* an	MATH MATH <³√>	F 2-6
Lbl *arg1* ∗*arg1* : Label 0-9, A-Z, θ	Weist Marke *arg1* der Programmanweisung zu	PRGM EDIT PRGM CTL <Lbl>	A 8-12
Line(*arg1, arg2, arg3, arg4*) ∗*arg1*: 1. X-Wert ∗*arg2*: 1. Y-Wert ∗*arg3*: 2. X-Wert ∗*arg4*: 2. Y-Wert	Zeichnet eine Strecke von (*arg1, arg2*) nach (*arg3, arg4*)	2nd [DRAW] <Line(>	A 5-5
LinReg ∗keine Argumente	Führt ein Modell für lineare Regression aus	2nd [STAT] CALC <LinReg>	A 7-8
ln *arg1* ∗keine Argumente	Gibt den natürlichen Logarithmus von *arg1* an	LN	F 2-2
LnReg ∗keine Argumente	Führt ein Modell für logarithmische Regression aus	2nd [STAT] CALC <LnReg>	A 7-8
log *arg1* ∗keine Argumente	Gibt den Zehner-logarithmus von *arg1* an	LOG	F 2-2

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
Multiplikation: *arg1* * *arg2* *arg1*: Ausdruck oder Matrix *arg2*: Ausdruck oder Matrix	Gibt das Produkt von *arg1*x*arg2* an Multipliziert Matrixelemente	[x]	F 2-2 6-8
arg1 nCr *arg2* * *arg1*: Ausdruck (ganze Zahl ≥ 0) * *arg2*: Ausdruck (ganze Zahl ≥ 0)	Gibt die Anzahl Kombinationen von *arg1*-Elementen *arg2*-mal gleichzeitig genommen	[MATH] PRB <nCr>	F 2-10
NDeriv(arg1, arg2) * *arg1*: Ausdruck in Abhängigkeit von X * *arg2*: Ausdruck≠0	Gibt eine numerische Näherung für die 1. Ableitung von *arg1* für Δx = *arg2*	[MATH] MATH <NDeriv(>	F 2-6
Negation: - *arg1* *arg1*: Ausdruck oder Matrix	Gibt den negativen Wert von *arg1* oder Elementen einer Matrix	[(-)]	F 2-2 6-8
Norm *keine Argumente	Anzeige in Standardnotation in einem Prog.	[PRGM] EDIT [MODE] NUMBER <Norm>	A 8-18
arg1 nPr *arg2* * *arg1*: Ausdruck (ganze Zahl ≥ 0) * *arg2*: Ausdruck (ganze Zahl ≥ 0)	Gibt die Anzahl Permutationen von *arg1*-Elementen *arg2* gleichzeitig genommen	[MATH] PRB <nPr>	F 2-10
P►R(*arg1*, *arg2*) * *arg1*: r-Wert * *arg2*: θ-Wert	Rechnet (*arg1*, *arg2*) Polar- in rechtwinklige Koordinaten um, speichert sie als X und Y	[MATH] MATH <P►R(>	F 2-6
Param *keine Argumente	Funktion in parametrischer Form während der Programmausführung	[PRGM] EDIT [MODE] GRAPH <Param>	A 8-18

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
Pause *keine Argumente	Unterbricht Programmausführung bis [ENTER] gedrückt wird	[PRGM] EDIT [PRGM] <Pause>	A 8-13
Polar *keine Argumente	Polarkoordinaten in einem Programm	[PRGM] EDIT [MODE] <Polar>	A 8-18
Potenz von zehn: 10^{arg1} **arg1*: Ausdruck	Gibt das Ergebnis von 10 in der *arg1*-Potenz an	[2nd][10^x]	F 2-2
Potenzen: *arg1* ^ *arg2* **arg1*: Ausdruck **arg2*: Ausdruck	Gibt das Ergebnis von *arg1* in der *arg2*-Potenz an	[^]	F 2-2
PT-Chg(*arg1*, *arg2*) **arg1*: X-Wert **arg2*: Y-Wert	Zeichnet bzw. löscht den Punkt (*arg1*, *arg2*)	[2nd][DRAW] <PT-Chg(>	A 5-8
PT-Off(*arg1*, *arg2*) **arg1*: X-Wert **arg2*: Y-Wert	Löscht den Punkt (*arg1*, *arg2*)	[2nd][DRAW] <PT-Off(>	A 5-8
PT-On(*arg1*, *arg2*) **arg1*: X-Wert **arg2*: Y-Wert	Zeichnet den Punkt (*arg1*, *arg2*)	[2nd][DRAW] <PT-On(>	A 5-7
PwrReg *keine Argumente	Führt ein Modell für Potenzregression aus	[2nd][STAT] CALC <PwrReg>	A 7-8
Quadrat: $arg1^2$ **arg1*: Ausdruck oder Matrix	Gibt *arg1* im Quadrat an Quadriert die Matrix	[x^2]	F 2-2 6-8
Quadratwurzel: $\sqrt{arg1}$ **arg1*: Ausdruck _0	Gibt die Quadratwurzel von *arg1* an	[2nd][$\sqrt{\ }$]	F 2-2

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
R► P(_arg1, arg2_) *_arg1_: X-Wert *_arg2_: Y-Wert	Rechnet (_arg1, arg2_) rechtwinklige in Polarkoordinaten um, speichert als R und θ	MATH MATH <R► P(>	F 2-6
Rad *keine Argumente	Winkel auf Bogenmaß eingestellt in einem Programm	PRGM EDIT MODE NUMBER <Rad>	A 8-18
Rand *keine Argumente	Gibt eine Zufallszahl > 0 und < 1 als Wert	MATH PRB <Rand>	F 2-10
Rect *keine Argumente	Koordinaten in rechtwinkliger Form in einem Programm	PRGM EDIT MODE GRAPH <Rect>	A 8-18
RowSwap(_Matrix, Zeile1, Zeile2_) *_Matrix_: Matrixname *_Zeile1_: Ausdruck *_Zeile2_: Ausdruck	Tauscht _Zeile1_ der Matrix mit _Zeile2_, Abspeichern in der Ergebnismatrix	MATRX MATRIX <RowSwap(>	F 6-10
Row+(_Matrix, Zeile1, Zeile2_) *_Matrix_: Matrixname *_Zeile1_: Ausdruck *_Zeile2_: Ausdruck	Addiert _Zeile1_ der _Matrix_ und _Zeile2_, Abspeichern in _Zeile2_ der Ergebnismatrix	MATRX MATRIX <Row+(>	F 6-11
*Row(_Skalar, Matrix, Zeile_) *_Skalar_:Ausdruck *_Matrix_: Matrixname *_Zeile_: Ausdruck	Multipliziert _Zeile_ der _Matrix_ mit _Skalar_, Abspeichern in _Zeile_ der Ergebnismatrix	MATRX MATRIX <*Row(>	F 6-11

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
*Row+(*Skalar*, *Matrix*,*Zeile1*, *Zeile2*) * *Skalar*:Ausdruck * *Matrix*: Matrix-name * *Zeile1*: Ausdruck * *Zeile2*: Ausdruck	Multipliziert *Zeile1* der *Matrix* mit *Skalar*, addiert Ergebnis zu *Zeile2*, Abspeichern in *Zeile2* der Ergebnismatrix	MATRX MATRIX <*Row+(>	F 6-12
Scatter *keine Argumente	Zeichnet Statistikdaten als Streubild	2nd [STAT] DRAW <Scatter>	A 7-16
Sci *keine Argumente	Wissenschaftliche Anzeigeform in einem Programm	PRGM EDIT MODE NUMBER <Sci>	A 8-18
Sequence *keine Argumente	Kurven in einem Programm werden sequentiell gezeichnet	PRGM EDIT MODE GRAPH <Sequence>	A 8-18
Shade(*arg1*, *arg2*, *arg3*, *arg4*, *arg5*) * *arg1*: Funktion * *arg2*: Funktion * *arg3*: Ausdruck (fakultativ) * *arg4*: Ausdruck (fakultativ) * *arg5*: Ausdruck (fakultativ)	Schattiert den Bereich über *arg1*, unter *arg2* mit Auflösung *arg3*, rechts von *arg4*, links von *arg5*	2nd [DRAW] <Shade(>	A 5-10
Simul *keine Argumente	Kurven in einem Programm werden gleichzeitig gezeichnet	PRGM EDIT MODE GRAPH <Sequence>	A 8-18
sin *arg1* * *arg1*: Ausdruck	Gibt Sinus von *arg1* an	SIN	F 2-2
sin^{-1}*arg1* * *arg1*: -1 $\le$ Ausdruck $\le$ 1	Gibt Arkussinus von *arg1* an	2nd [SIN^{-1}]	F 2-2

Befehle und Argumente	Ergebnis	Menü/Tasten	F / A Seite
sinh *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt hyperbolischen Sinus von *arg1* an	MATH HYP <sinh>	F 2-9
sinh^{-1} *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt hyperbolischen Arkussinus von *arg1* an	MATH HYP <sinh^{-1}>	F 2-9
Statistik mit einer Variablen: 1-Var ∗keine Argumente	Führt Statistik-berechnungen mit einer Variablen durch	2nd [STAT] CALC <1-Var>	A 7-7
Stop ∗keine Argumente	Beendet die Programm-ausführung, kehrt zum Eingabedisplay zurück	PRGM EDIT PRGM CLR <Stop>	A 8-13
Subtraktion: *arg1 -arg2*∗ *arg1*: Ausdruck oder Matrix *arg2*: Ausdruck oder Matrix	Gibt die Differenz von *arg1-arg2* an Subtrahiert Matrixelemente	-	F 2-2 6-8
tan *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt Tangens von *arg1* an	TAN	F 2-2
tan^{-1} *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt Arkustangens von *arg1* an	2nd [TAN^{-1}]	F 2-2
tanh *arg1* ∗*arg1*: Ausdruck	Gibt hyperbolischen Tangens von *arg1* an	MATH HYP <tanh>	F 2-9
tanh^{-1} *arg1* ∗*arg1*: -1 < Ausdruck < 1	Gibt hyperbolischen Arkustangens von *arg1* an	MATH HYP <tanh^{-1}>	F 2-9
Transposition:*arg1*^{T} ∗*arg1*: Matrix	Transponiert Matrix	MATRX MATRIX <^{T}>	F 6-8
Ungleich: *arg1≠ arg2* *arg1*: Ausdruck *arg2*: Ausdruck	Gibt 1, wenn *arg1≠ arg2* Gibt 0, wenn *arg1=arg2*	2nd [TEST] <≠>	F 2-12

Befehle und Argumente	**Ergebnis**	**Menü/Tasten**	**F / A Seite**
Wert speichern: *arg1->arg2* * *arg1*: Ausdruck * *arg2*: Variable, Matrix, Matrix-elemente, oder Statistikdatenpunkt	Speichert Wert von *arg1* in *arg2*-Variablen, Matrixelemente Statistikdatenpunkt	[STO►]	A 1-25 6-13 7-17
Wurzel: *arg1* ^*arg2*$^{-1}$ * *arg1*: Ausdruck * *arg2*: Ausdruck	Gibt die *arg2* te Wurzel von *arg1* an	[^] [x^{-1}]	F 2-2
xSort *keine Argumente	Sortiert Statistikdaten nach X-Werten	[2nd][STAT] DATA <xSort>	A 7-6
xyLine *keine Argumente	Verbindet die Statistik-datenpunkte mit einer Strecke	[2nd][STAT] DRAW <xyLine>	A 7-16
XnT-Off *keine Argumente	Deaktiviert das nte parametrische Gleichungs-paar in der Y= Liste	[2nd][Y-VARS] OFF <XnT-Off>	A 3-25
XnT-On *keine Argumente	Aktiviert das nte parametrische Gleichungs-paar in der Y= Liste	[2nd][Y-VARS] ON <XnT-On>	A 3-24
Yn-Off *keine Argumente	Deaktiviert die nte Funktion in der Y= Liste	[2nd][Y-VARS] OFF <Yn-Off>	A 3-25
Yn-On *keine Argumente	Aktiviert die nte Funktion in der Y= Liste	[2nd][Y-VARS] ON <Yn-On>	A 3-24
ySort *keine Argumente	Sortiert Statistikdaten nach Y-Werten	[2nd][STAT] DATA <ySort>	A 7-6

Anhang B: Referenzinformation

Dieser Anhang enthält zusätzliche Informationen, die Ihnen bei der Benutzung Ihres TI-81 von Nutzen sein können. Sie finden Hinweise zur Lösung von Problemen mit dem Rechner sowie eine Beschreibung von Service- und Garantieleistung durch Texas Instruments.

Inhaltsübersicht

Information zur Batterie

Der TI-81 arbeitet mit 4 AAA Alkaline Batterien.

Batterieersatz

Wenn die Batterien verbraucht sind, wird die Anzeige schwach (besonders während Berechnungen) und die Kontrasteinstellung muß erhöht werden. Bei einer Kontrasteinstellung von 8 bis 9 sind die Batterien umgehend zu ersetzen.

Auswirkung des Ersetzens der Batterien

Bei entfernten oder entladenen Batterien kann der Rechner keine Informationen im Speicher behalten. Das Ersetzen der Batterien hat die gleiche Auswirkung wie das Rücksetzen (RESET) des Rechners.

Ersetzen der Batterien

Um die Batterien zu ersetzen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie den Rechner aus und drehen ihn so, daß die Rückseite nach oben zeigt.

2. Halten Sie den Rechner aufrecht und schieben mit dem Fingernagel den Batteriedeckel nach unten, bis der Deckel aufgeht.

3. Entfernen sie die entladenen Batterien und setzen Sie neue ein entsprechend dem Schema im Batteriefach.

4. Setzen Sie den Batteriedeckel wieder ein. In der Anzeige muß jetzt Mem cleared erscheinen.

Wichtiger Hinweis: Batterien sind durch die Gewährleistung nicht abgedeckt.

In der Schweiz sind verbrauchte Batterien an die Verkaufsstelle zurückzugeben.
En Suisse, les piles sont à rapporter après usage au point de vente.

Rechengenauigkeit

Um eine möglichst große Genauigkeit zu erreichen, speichert der TI-81 intern mehr Ziffern als er anzeigt.

Wenn ein Wert angezeigt wird, ist er gemäß den MODE-Einstellungen abgerundet (siehe die Seiten 1-17 bis 1-20), doch erscheinen maximal 10 Ziffern.

Ein Wert kann in einer Variablen mit bis zu 13 Ziffern gespeichert werden.

Sie können einen Wert von bis zu 10 Ziffern in den Bereichsvariablen **Xmin, Xmax, Ymin, Ymax, Tmin** und **Tmax** speichern.

Fehler

Bei Auftreten eines Fehlers zeigt der Rechner die Fehlermeldung ERROR *nn* Typ und ein spezielles Fehlermenü an. Das allgemeine Vorgehen zur Behebung des Fehlers ist auf den Seiten 1-31 und 1 -32 beschrieben. Untenstehende Tabelle beschreibt jeden Fehlertyp ausführlich.

Fehlerkodes

Kode	Bedeutung/Vorschläge
01 MATH	Bei der Berechnung war der absolute Wert des Ergebnisses oder eines Zwischenergebnisses ≥ 1E100. Wird das Ergebnis durch ein Zwischenergebnis verursacht, müssen Sie den Ausdruck neu formulieren oder ihn in zwei oder mehr Ausdrücke unterteilen.*
02 MATH	Teilen einer Zahl durch Null.* Sie können die Linearregression nicht für eine horizontale oder vertikale Gerade berechnen.
03 MATH	Die Wurzel einer negativen Zahl soll gezogen werden.*
04 MATH	Der Befehl enthält ein ungültiges Argument. Schlagen Sie in Anhang A und auf den Referenzseiten des Handbuchs nach. Das Ergebnis oder ein Zwischenergebnis ist eine imaginäre Zahl oder nicht definiert.*
05 MATH	Durchführen einer Matrizenberechnung, für die die Matrix nicht passend ist (siehe Seite 6-9).
06 SYNTAX	Der Befehl enthält einen Syntaxfehler. Überprüfen Sie die Argumente und Klammern auf ihre Stellung hin. Schlagen Sie in Anhang A nach.

*Fehler 1 - 4 kommen bei einer graphischen Darstellung nicht vor. Der TI-81 akzeptiert nicht definierte Werte für eine Graphik.

Kode	Bedeutung/Vorschläge
07 MEMORY	Ein Ausdruck ist begrenzt auf eine Zwischenmatrix, 12 laufende Skalaroperanden, 30 geöffnete Klammern und zwei Ableitungen. Eine dieser Grenzen ist überschritten. Sie müssen den Ausdruck neu formulieren oder ihn in zwei oder mehr Ausdrücke unterteilen.
08 MEMORY	Sie verweisen auf eine Variable, die nicht definiert ist. Sie haben beispielsweise nicht die statistische Analyse zur Definition der angeführten Variablen durchgeführt, oder Sie verweisen auf einen statistischen Datenpunkt oder ein Matrixelement, das nicht eingegeben ist.
09 MEMORY	Es steht kein Speicherplatz mehr für weitere Statistikdaten zur Verfügung. Sie müssen Statistikdaten löschen oder ein Programm verkürzen.
10 MEMORY	Es steht kein Speicherplatz mehr für das Editieren von Statistikdaten zur Verfügung. Sie müssen Statistikdaten löschen oder ein Programm verkürzen. Sie können für diesen Fehler nicht die Option "Goto" benutzen.
11 RANGE	• Sie haben die Bereichsvariablen folgendermaßen definiert: **Xmax** ≤ **Xmin**, **Ymax** ≤ **Ymin** oder **Tstep** ≤ 0. • Die Entfernung zwischen **Xmin** und **Xmax** ist zu gering, um sie graphisch darstellen zu können. Sie können für diesen Fehler nicht die Option "Goto" benutzen. Korrigieren Sie die Variablen im RANGE-Menü.
12 ZOOM	Das versuchte "Zoom In" oder "Zoom Out" ist so groß, daß die Pixelbreite den numerischen Bereich des Rechners überschreitet. Sie können für diesen Fehler nicht die Option "Goto" benutzen.
13 BREAK	Sie haben die [ON] -Taste gedrückt, um die Programmausführung zu unterbrechen (siehe Seite 8-8) oder eine DRAW-Anweisung oder die Berechnung eines Ausdrucks zu stoppen.

Kode	Bedeutung/Vorschläge
14 PRGM	Die Marke in der **Goto**-Anweisung ist im Programm nicht mit einer **Lbl**-Anweisung definiert worden.
15 PRGM	Sie verschachteln mehr als 10 Unterprogramme.
16 INVALID	Verweis auf einen ungültigen Wert: • **Xres** muß eine ganze Zahl zwischen 1 und 8 sein. • Die Matrixdimension muß eine positive ganze Zahl zwischen 1 und 6 sein. • Die Häufigkeit statistischer Datenpunkte muß eine ganze Zahl über Null sein. • **(Xmax - Xmin)/Xscl** muß für ein Histogramm ≤ 36 sein.
17 INVALID	Verweis auf eine ungültige Y=-Funktion: • Zum Zeichnen einer Funktionskurve können Ausdrücke, die die Funktionen in der Y=-Liste definieren, keine Anweisungen, **P►R**, **R►P**-Funktionen, Y- oder **Ans**-Variablen oder parametrische Gleichungen enthalten. • Zum Zeichnen einer Parameterkurve können Ausdrücke, die parametrische Gleichungen in der Y=Liste definieren, keine Anweisungen, **P►R**, **R►P**-Funktionen, X, Y- oder **Ans**-Variablen oder Y= Funktionen enthalten.
18 INVALID	Anfordern einer statistischen Analyse mit weniger als zwei statistischen Datenpunkten. Die Häufigkeit (Wert Y) für eine Analyse mit einer Variablen muß eine ganze Zahl ≥ sein.
19 INVALID	Verweis auf eine Y=Variable, die Sie nicht definiert haben

Abhilfe bei Störungen

Wenn Sie beim Gebrauch des Rechners Schwierigkeiten haben, so können Ihnen die folgenden Hinweise helfen, das Problem zu lösen.

1. Bei Auftreten eines Fehlers befolgen Sie die Anweisungen auf Seite 1-32. Gegebenenfalls finden Sie ausführlichere Hinweise zu spezifischen Fehlern auf den Seiten B-4 bis B-6.

2. Wenn Sie nichts in der Anzeige erkennen können, so stellen Sie gemäß den Anweisungen auf Seite 1-7 den Kontrast ein.

   Wenn das Problem mit dem Displaykontrast nicht gelöst ist, ersetzen Sie die Batterien und versuchen es erneut.

3. Falls der Rechner nicht auf Drücken der Tasten reagiert, drücken Sie [ENTER]. Während des Programmablaufs unterbricht die Anweisung **Pause** den Ablauf bis Sie [ENTER] drücken.

4. Falls der Rechner überhaupt nicht zu reagieren scheint, überprüfen Sie ob die Batterien korrekt eingelegt sind und ob sie neu sind.

5. Bei anhaltendem Problem wenden Sie sich an Ihren Fachhändler oder an den TI-Kundendienst.

BESCHEINIGUNG DES HERSTELLERS/IMPORTEURS

Hiermit wird bescheinigt, daß der/die/das

GRAPHIKRECHNER TI-81
(Gerät, Typ, Bezeichnung)

In Übereinstimmung mit den Bestimmungen der
AMTSBLATT VFG 1046/1984 DER DEUTSCHEN BUNDESPOST
(Amtsblattverfügung)

funk-entstört ist.

Der Deutschen Bundespost wurde das Inverkehrbringen dieses Gerätes angezeigt und die Berechtigung zur Überprüfung der Serie auf Einhaltung der Bestimmungen eingeräumt.

TEXAS INSTRUMENTS ITALIA S.p.A.
Name des Herstellers/Importeurs

Informationen über Produkte und Dienstleistungen von TI

Wenn Sie mehr über das Produkt- und Serviceangebot von TI wissen möchten, senden Sie uns eine E-Mail oder besuchen Sie uns im World Wide Web.

E-Mail-Adresse: **ti-cares@ti.com**

Internet-Adresse: **http://www.ti.com/calc**

Service- und Garantiehinweise

Informationen über die Garantiebedingungen oder über unseren Produktservice finden Sie in der Garantieerklärung, die dem Produkt beiliegt. Sie können diese Unterlagen auch bei Ihrem Texas Instruments Händler oder Distributor anfordern.

Index

Dieser Index enthält eine Aufstellung der Hauptpunkte des Handbuchs mit Seitenangaben. Sehen Sie auch die Auflistung der Befehle in Anhang A.

A

B

C

D

E

F

Index

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

Übersicht über die Menüs

MODE-Menü — S. 1.17

Norm Sci Eng
Float 0123456789
Rad Deg
Function Param
Connected Dot
Sequence Simul
Grid Off Grid On
Rect Polar

MATH-Menü — S. 2.4

	MATH	NUM	HYP	PRB
1:	R► P(	Round(	sinh	Rand
2:	P► R(	IPart	cosh	nPr
3:	^{3}	FPart	tanh	nCr
4:	$\sqrt[3]{}$	Int	$\sinh^{-1}$	
5:	!		$\cosh^{-1}$	
6:	°		$\tanh^{-1}$	
7:	r			
8:	NDeriv(			

ZOOM-Menü — S. 3.15

ZOOM
1: Box
2: Zoom In
3: Zoom Out
4: Set Factors
5: Square
6: Standard
7: Trig
8: Integer

VARS-Menü — S. 7.10

	XY	Σ	LR	DIM	RNG
1:	n	Σx	a	Arow	Xmin
2:	$\bar{x}$	Σx^2	b	Acol	Xmax
3:	Sx	Σy	r	Brow	Xscl
4:	σx	Σy^2	RegEQ	Bcol	Ymin
5:	$\bar{y}$	Σxy		Crow	Ymax
6:	Sy			Ccol	Yscl
7:	σy			Dim {x}	Xres
8:					Tmin
9:					Tmax
Ø:					Tstep

DRAW-Menü — S. 5.2

DRAW
1: ClrDraw
2: Line(
3: PT-On(
4: PT-Off(
5: PT-Chg(
6: DrawF
7: Shade(

Y-VARS-Menü — S. 3.23

	Y	ON	OFF
1:	Y1	All-On	All-Off
2:	Y2	Y1-On	Y1-Off
3:	Y3	Y2-On	Y2-Off
4:	Y4	Y3-On	Y3-Off
5:	X1T	Y4-On	Y4-Off
6:	Y1T	X1T-On	X1T-Off
7:	X2T	X2T-On	X2T-Off
8:	Y2T	X3T-On	X3T-Off
9:	X3T		
Ø:	Y3T		

RESET-Menü — S.1.33

RESET
1: No
2: Reset

STAT Bytes	0
PRGM Bytes	0
Bytes Avail	2400

STAT-Menü — S. 7.2

	CALC	DRAW	DATA
1:	1-Var	Hist	Edit
2:	LinReg	Scatter	ClrStat
3:	LnReg	xyLine	xSort
4:	ExpReg		ySort
5:	PwrReg		



Übersicht über die Menüs

TEST-Menü — S. 2.11

TEST
1: =
2: ≠
3: >
4: ≥
5: <
6: ≤

MATRX-Menü — S. 6.2

	MATRX	EDIT
1:	RowSwap(	[A] 6x6
2:	Row+(	[B] 6x6
3:	*Row(	[C] 6x6
4:	*Row+(	
5:	det	
6:	T	

Y= Liste *(Funktionen)* — S. 3.5

: Y1 =
: Y2 =
: Y3 =
: Y4 =

PRGM-Menü — S. 8.2

	EXEC	EDIT	ERASE
1:	Prgm1 *Name*	Prgm1 *Name*	Prgm1*Größe*
2:	Prgm2 *Name*	Prgm2 *Name*	Prgm2*Größe*
3:	Prgm3 *Name*	Prgm3 *Name*	Prgm3*Größe*
	etc	etc	etc

RANGE- Liste *(Funktionen)* — S. 3.8

RANGE
Xmin = -10
Xmax = 10
Xscl = 1
Ymin = -10
Ymax = 10
Yscl = 1
Xres = 1

MODE-Menü — S. 8.17

(Nur im Programm-Modus)

	NUMBER	GRAPH
1:	Norm	Function
2:	Sci	Param
3:	Eng	Connected
4:	Fix	Dot
5:	Float	Sequence
6:	Rad	Simul
7:	Deg	Grid Off
8:		Grid On
9:		Rect
Ø:		Polar

Y= Liste *(Parametrische Funktionen)* — S.4.2

: X1T =
: Y1T =
: X2T =
: Y2T =
: X3T =
: Y3T =

PRGM-Menü — S. 8.10

(Programmieranweisungen)
(Nur im Programm-Modus)

	CTL	I/O	EXEC
1:	Lbl	Disp	Prgm1*Name*
2:	Goto	Input	Prgm2*Name*
3:	If	DispHome	Prgm3*Name*
4:	IS>(	DispGraph	Prgm4*Name*
5:	DS<(	ClrHome	etc
6:	Pause		
7:	End		
8:	Stop		

RANGE -Liste *(Parametrische Funkt.)* S.4.4

RANGE
Tmin = 0
Tmax = 6.283185307
Tstep = .104719755
Xmin = -10
Xmax = 10
Xscl = 1
Ymin = -10
Ymax = 10
Yscl = 1